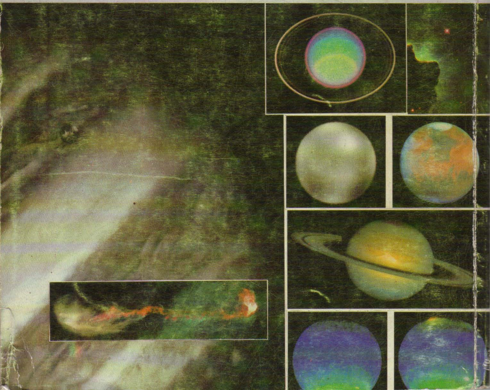
الأعمال العلمية
مهرجان القراءة للجميع
٢٠٠٢
مكتبة الأسرة

تأليف: أ. ڤايجرت
هـ. تسمرمان
ترجمة: أ.د. عبد القوى عياد
مراجعة: أ.د. محمد جمال الدين الفندى

الموسوعة الفلكية

الهيئة المصرية
العامة للكتاب



الموسوعة الفلكية

تأليف: أ. ڤايجرت - هـ. تسمرمان

ترجمة: أ. د. عبدالقوى عياد

مراجعة: أ. د. محمد جمال الدين الفندى

مهرجان القراءة للجميع
للطفل - للشاب - للأسرة
جمعية الرعاية المتكاملة

مهرجان القراءة للجميع ٢٠٠٢
مكتبة الأسـرة

برعاية السيدة سوزان مبارك

(سلسلة الأعمال العلمية)

الموسوعة الفلكية
أ. ڤايجرت - هـ. تسمر مان
ترجمة: أ. د. عبدالقوى عياد
مراجعة: أ. د. محمد جمال الدين الفندى

الغلاف
والإشراف الفنى:
الفنان: محمود الهندى

الإخراج الفنى والتنفيذ:
صبرى عبدالواحد

المشرف العام:
د. سمير سرحـــان

الجهات المشاركة:

جمعية الرعاية المتكاملة المركزية

وزارة الثقـافـة

وزارة الإعـلام

وزارة التربية والتعليم

وزارة الإدارة المحلية

وزارة الشــبـاب

التنفيذ: هيئة الكتاب

على سبيل التقديم :

نعم استطاعت مكتبة الأسرة باصداراتها عبر الأعوام الماضية أن تسد فراغا كان رهيباً فى المكتبة العربية وأن تزيد رقعة القراءة والقراء بل حظيت بالتفاف وتلهف جماهيرى على إصدارتها غير مسبوق على مستوى النشر فى العالم العربى أجمع بل أعادت إلى الشارع الثقافى أسماء رواد فى مجالات الإبداع والمعرفة كادت أن تنسى وأطلعت شباب مصر على إبداعات عصر التنوير وما تلاه من روائع الإبداع والفكر والمعرفة الإنسانية المصرية والعربية على وجه الخصوص ها هى تواصل إصداراتها للعام التاسع على التوالى فى مختلف فروع المعرفة الإنسانية بالنشر الموسوعى بعد أن حققت فى العامين الماضيين إقبالاً جماهيرياً رائعاً على الموسوعات التى أصدرتها. وتواصل إصدارها هذا العام إلى جانب الإصدارات الإبداعية والفكرية والدينية وغيرها من السلاسل المعروفة وحتى إبداعات شباب الأقاليم وجدت لها مكاناً هذا العام فى «**مكتبة الأسرة**».. سوف يذكر شباب هذا الجيل هذا الفضل لصاحبته وراعيته السيدة العظيمة/ **سوزان مبارك**..

د. سمير سرحان

تقديم المؤلف

منذ آلاف السنين وسماء النجوم تستحوذ على اهتمام البشرية خلال تطورها الطويل . ومنذ آلاف السنين أيضاً والمحاولات مستمرة لاستجلاء أسرار سماء النجوم . ولهذه الحقيقة يرجع الفضل فى نشأة علم الفلك الذى لم يفقد أصالته وأهميته برغم تاريخه الذى يزيد على ألفى عام . ونحن جميعاً على العكس من ذلك ، شهود زيادة لم يسبق لها مثيل فى المعارف الفلكية فى العقود الأخيرة خلال إدخال إمكانات ووسائل ارصاد حديثة علاوة على الأساليب النظرية المتطورة .

ومما يشرح الصدر أن المعرفة الفلكية لم تعد تقتصر على العدد القليل من الفلكيين . فقد أخذ المهتمون بالفلك فى الازدياد على المستوى العالمى . وبالرغم من ذلك بقيت المعارف محدودة حتى بالمبادىء الفلكية البسيطة ، الأمر الذى زاد من صعوبة التنسيق والاستفادة من المعلومات الحديثة .

ولعلاج بعض هذا القصور تم قبل بضع وعشرين عاماً تجميع وتأليف هذا الكتاب ، الذى تابع منذ البداية وفى طبعاته التالية المنقحة الهدف المنشود لاعطاء أكبر عدد من القراء وسيلة توفر لهم الاجابة على الأسئلة الفلكية . وقد راعينا ، مع الاحتفاظ بالدقة العلمية ، أن يظل الكتاب فى متناول أكبر عدد من القراء . ويبدو أن هذا الاعتبار قد أثبت جدواه .

وإننى أتوجه بالشكر الى الدكتور عبدالقوى عياد الذى اهتم بترجمة الكتاب فى طبعته الأخيرة الى العربية . ويسرنى غاية السرور أن يجد هذا الكتاب قبولا كبيراً أيضاً فى الجزء من الكرة الذى انطلقت منه المعارف الفلكية . وأرغب وأتمنى أن يؤدى هذا العمل الى تقريب المعارف الفلكية القديمة والحديثة الى دوائر واسعة من القراء .

هـ . تسرمان

مقدمة

كان قدماء المصريين على دراية كبيرة بمواقع وحركات الأجرام السماويـة ، مكنتهم ولأول مرة من تعيين طول العام وتأسيس التقويم وتوجيه المعابد والأهرامات . ولأنهم اتخذوا من الشمس وبعض النجوم آلهة معبودة ، كان عليهم أن يترقبوا بداية ظهورها ويتتبعوا مساراتها لكونها ، كما كانوا يعتقدون ، تمثل حركة وإرادة الآلهة . وإتجاهات المعابد الأثرية خير دليل على ذلك ، بل إن المعابد فى مناطق مثل الأقصر كانت بمثابة مراصد نجومية فى عصور قبل التاريخ المتعاقبه .

وعلى يد الكهنة المصريين تعلم الوافدون من الاغريق ، فازدهروا وزاع صيتهم مع مدرسة الاسكندرية ، ثم نقلوا المعارف المصرية الى بلادهم .

كما برع عـرب الاسلام فى علم الفلك . فلم يكتفوا بـدراسة المعـارف الفلكية الاغريقية ، بل تحققوا منها وصححوها وأضافوا إليها . وكانت تلك الثروة العلمية بمثابة النبع الذى نهلت منه الحضارة الغربية فى إرساء دعائمها . ويبدو ذلك جلياً فيما بقى وتأصل من ألفاظ عربية فى اللغات الأوربية .

وعندما بدأ الشرق يهتم ثانية بالعلوم ويحس ضرورة مسايرة الحضارة ، إذا به أمام فجوة علمية شاسعة ، إستلزم إجتيازها أن نلعب دور الغرب عندما صحا فى فجر نهضته على الثقافة العربية فنقلها مترجمة إلى لغاته واستعان بها كثيراً فى تقدمه . وترجمة أفضل الكتب الأجنبية خير عون لنا كى نقطع الشوط بسرعة ثم نواصل تقدمنا العلمى الذاتى مع وبعد ذلك .

ولم أجد بين المؤلفات الفلكية العالمية ما هو أكثر فائدة ونفعاً من كتاب ألف باء الفلك ABC Astronomie الذى قام بتأليفه كل من ا . فايجرت استاذ الفلك بجامعة هامبورج (ألمانيا الغربية) و هـ . تسمرمان أستاذ الفلك بجامعة فريدريك شيلر (ألمانيا الشرقية) . فمنذ بداية الستينيات تتعاقب طبعات منقحة ومزاده ، فيها يزيد على مائة ألف نسخة بالألمانية حتى الآن ، تحتوى الجديد من المعارف الفلكية ، التى أخذت فى الزيادة السريعة ، خصوصاً مع غزو الفضاء . وكانت جودة الكتاب ، وعرضه للمعارف الفلكية فى سهولة ويسر بعيدين عن التعقيدات الرياضية دافعاً لترجمته فى طبعاته المختلفة الى لغات أوربية كثيرة . من هنا كان حرصى على تقديمه للقارىء العربى تحت إسم الموسوعة الفلكية .

وحتى تحقق هذه الموسوعة أكبر نفع للقارىء فى منطقتنا العربية ، فقد تصرفت فيما يعتمد على مكان المشاهدة بحيث يصبح ملائماً لخطوط عرض كل البلاد العربية بدلا مما كان عليه الأصل لوسط أوروبا .

ورغبة فى الابقاء على الصلة بين اللغات الأوربية بما يفيد الدارسين بهذه اللغات ، فقد احتفظت بالرموز والمصطلحات التى أصبحت تنقل كما هى عن أصلها وبنفس لغتها . ويسرنى أن يتأتى ذلك متمشياً مع توصيات مؤتمرات التعريب من الابقاء على الرموز والمعادلات باللغة الأجنبية ، وذلك فى الوقت الراهن على الأقل . ولنفس السبب أبقيت على الأرقام المألوفة فى المصنفات الفلكية بهيئتها سواءًا الرومية I, II, III, IV .. و العربية فى أى من صورتيها ١ ، ٢ ، ٣ .. أو 1, 2, 3, 4 . كما أضيفت الى المصطلحات ما يقابلها فى كل من الانجليزية والفرنسية والألمانية ، وتلك هى اللغات الأكثر حيوية لتعلم الفلك . وزيادة فى سهولة الرجوع الى المصطلحات المختلفة بأى من اللغات الأربع العربية أو الانجليزية أو الفرنسية أو الألمانية ذيلت الموسوعة بكشافات مفيدة .

وإستكمالا للموسوعة وإنصافاً لتاريخنا أضفت تعريفاً بنحو عشرين من أشهر علماء الفلك العرب لم يرد ذكرهم فى الأصل الألمانى .

لم يكن من السهل القيام بترجمة مثل هذه الموسوعة التى تضم ما يزيد على ألفى مصطلح أغلبها غير معروف أو غير متفق على معناه العربى . وقد استعنت على ذلك بالألفاظ الحديثة والرجوع الى المصطلحات التاريخية وتتبعت المصطلح الواحد ومعناه فى لغات مختلفة كى أصل الى ترجمة صادقة له بقدر المستطاع .

لقد عكفت على ترجمة هذا العمل أكثر من عام وأنا جندى فى جيش مصر أهرب بها من الملل وأتحدى الهزيمة وأقطع بها ومعها اليأس وأستلهم منها الأمل فى إنجاز مفيد أرد به من دينى للوطن فى أعقاب بعثتى للحصول للدكتوراة على نفقة الدولة . فكنت يوماً أنتهى من ترجمة سطر ويوماً آخر أنجز صفحة أو أكثر . قرأت وكتبت فيها جالساً القرفصاء فى الشمس أو فى ظل سيارة أو على مكتب فى خيمة وأحيانا أثناء أجازة قصيرة فى البيت . وغالبا ما كان التوفيق يحالفنى فأجد من يساعدنى . فشكرا للزملاء من جنود وصف ضباط وقادة كتيبة المدفعية ، وخصوصا الجندى سعيد عبد الهادى ، الذى أنقذ أصول الترجمة فوصل بها إلى بيتى قبل المعركة بدقائق يوم ٦ أكتوبر بداية النهاية للملل والهزيمة .

وشكرا وعرفانا لزوجتى وأولادى الذين كانوا ينظرون إلى فى صمت وأنا أقضى أوقاتى فى المنزل منكبا على القراءة والكتابة .

واتوجه بالشكر الى الاستاذ الدكتور محمد جمال الدين الفندى الذى كان خير عون لقبول الهيئة المصرية العامة للكتاب نشر هذا العمل الهام فى مجال مازلنا نرجو زيادة شعبيته .

وخالص شكرى للدكتور فاروق الباز الذى أمدنى بالنبذه التى قدمت إلى لجنة التسمية بالاتحاد الدولى الفلكى عن بعض مشاهير الفلكيين العرب والمصريين .

كما أشكر كل من مؤسسة ناسا الأمريكية والمركز الثقافى الأمريكى بالقاهرة على المزيد من الصور والمعلومات القيمة عن الجديد فى غزو الفضاء .

ومن على البعد أتوجه بتقديرى وعرفانى لأستاذى الدكتور هـ . تسمرمان على ماعلمنى من دقة ومثابرة ، وعلى ما شرفنى به من تقديم للطبعة العربية .

كما أتوجه بالشكر الى أسرة الهيئة المصرية العامة للكتاب على ما قدموه من انجازات وروح أخوية خلال مراحل إعداد الموسوعة للنشر .

ا . د . عبد القوى عياد

دليل لاستخدام الموسوعة

تم ترتيب المصطلحات حسب الأبجدية العربية وميز كل منها بطباعة أثقل عن الكتابة العادية . ومع العربية أدرجت أيضاً المصطلحات غالباً بالانجليزية والفرنسية والألمانية . والإضافات على ذلك لها المدلولات التالية :

(sm) مفرد مذكر
(sf) مفرد مؤنث
(sn) مفرد متعادل
(pm) جمع مذكر
(pf) جمع مؤنث
(A) للدلالة على المصطلحات ذات الأصل العربي .
(L) للدلالة على المصطلحات ذات الأصل اللاتيني .

وتحتوى الفهارس الملحقة بالموسوعة أرقام الصفحات التى وردت فيها كل مصطلح .

وتحتوى الموسوعة بعض الاختصارات التالية .

ق . م قبل الميلاد
س ساعة
ق دقيقة (فى معرض الحديث عن الزمن)
ق قدر (فى معرض الحديث عن اللمعان)
ث ثانية
مم مليمتر
كم كيلومتر
°ك درجة مطلقه
°م درجة مئوية
° درجة قوسية
' دقيقة قوسية
" ثانية قوسية

ويدل السهم (←) على ضرورة الكشف عن المصطلح الذى يشير إليه إذا أريد الحصول على معلومات أكثر .

وقد أدرجت الأعداد الصغيرة جداً والكبيرة جداً على هيئة أس للعدد عشرة .

فمثلا ٣٠٠٠ ٠٠٠ = ٣ × ١٠^٦

$\frac{٣}{١٠٠٠\ ٠٠٠}$ = ٠,٠٠٠ ٠٠٣ = ٣ × ١٠^-٦

وكثيراً ما أستعملت الحروف الأغريقية وتنطق كما يلى :

الحرف الكبير	الحرف الصغير	النطق بالعربية
A	α	ألفا
B	β	بيتا
Γ	γ	جاما
Δ	δ	دلتا
E	ε	إبسلون
Z	ζ	زيتا
H	η	إيتا
θ	ϑ	ثيتا
I	ι	يوتا
K	κ	كابا
Λ	λ	لامبدا
M	μ	ميو
N	ν	نيو
Ξ	ξ	إكزاى
O	o	أميكرون
Π	π	بى
P	ρ	رو
Σ	σ	سيجما
T	τ	تاو
Y	υ	يبسلون
Φ	φ	فاى
X	χ	شى
Ψ	ψ	بس
Ω	ω	أوميجا

ومع الموسوعة خمسة خرائط نجومية تعطى مسقطاً كاملا للنجوم على الكرة السماوية . ومن بين هذه الخرائط إثنتان مزودتان بشرح يمكِّن القارىء من صنع خريطة دواره تمثل ما فوق أفقه من نجوم أثناء وقت المشاهدة .

وعلاوة على اللوحات الستة عشر الأصلية فى النسخة الألمانية أضفت مزيدا من اللوحات زيادة فى الفائدة ليصل العدد الكلى الى ٣٢ لوحة .

بعض الأبعاد الهامة

النسبة التقريبية	π = ٣,١٤١٥٩
أساس اللوغاريتم الطبيعى	٢,٧١٨٢٨
الراديان (وحدة المقياس القوسى)	٥٧,٢٩٥٨$^{\circ}$
١$^{\circ}$ تساوى بالمقياس القوسى	١,٧٤٥٣٣ × ١٠$^{-٢}$
١´ تساوى بالمقياس القوسى	٢,٩٠٨٨٨ × ١٠$^{-٤}$
١˝ تساوى بالمقياس القوسى	٤,٨٤٨١٤ خ ١٠$^{-٦}$
عدد الدرجات المربعة على الكرة (السماوية)	٤١٢٥٢,٩٦

سرعة الضوء c= ٢,٩٩٧٩ × ١٠^{١٠}سم . ث$^{-١}$

ثابت الجاذبيةG = ٦,٦٧٠ × ١٠$^{-٨}$ داين . سم^{٢} جم$^{-٢}$

كم بلانك الفعالh = ٦,٦٢٦ × ١٠$^{-٢٧}$ إرج . ث

ثابت بولتزمان k = ١,٣٨٠ × ١٠$^{-١٦}$ إرج (درجة)$^{-١}$

ثابت الغاز R = ٨,٣١٤ × ١٠^{٧} إرج (درجة)$^{-١}$. مول$^{-١}$

ثابت ستيفان بولتزمان σ = ٥,٦٨٠ × ١٠$^{-٥}$ إرج . سم$^{-٢}$. ث$^{-١}$. (درجة)$^{-٤}$

كتلة الاليكترون m_e = ٩,١٠٧ × ١٠$^{-٢٨}$ جم

كتلة البروتون m_p = ١,٦٧٢ × ١٠$^{-٢٤}$ جم

الوحدة الفلكية AE = ١,٤٩٦ × ١٠^{١٣}سم

البارسك pc = ٣,٠٨٥٦ × ١٠^{١٨}سم = ٢٠٢٦٥ وحدة فلكية

= ٣,٢٦١٥ سنة ضوئية .

السنة الضوئية Ly = ٩,٤٦٠٥ × ١٠^{١٧}سم

كتلة الشمس ١,٩٩ × ١٠^{٣٣} جم = ٣٣٣٠٠٠ كتلة الأرض

نصف قطر الشمس ٦,٩٦ × ١٠^{١٠}سم = ١٠٩ نصف قطر الأرض .

قوة إشعاع الشمس ٣,٩٠ × ١٠^{٣٣} إرج . ث$^{-١}$

نصف قطر الأرض (عند خط الاستواء) ٦,٣٧٨ × ١٠^{٨} سم

كتلة القمر ٧,٣٥ × ١٠^{٢٥} جم.

نصف قطر القمر ١,٧٣٨ × ١٠^{٨} سم .

الميل الأعظم أو ميل دائرة البروج (١٩٦٠) ٣٥,٤٧″ ٢٦′ ٢٣$^{\circ}$

اليوم النجمى ٨,٦١٦٤ × ١٠^{٤} ث (بالزمن الشمسى)

اليوم الشمسى ٨,٦٦٣٧ × ١٠^{٤} ث (بالزمن النجمى)

= ٨,٦٤٠٠ × ١٠^{٤} ث (بالزمن الشمسى)

السنة المدارية (الاستوائية) ٣,١٥٥٧ × ١٠^{٧} ث

السنة النجمية ٣,١٥٥٨ × ١٠^{٧} ث

ثابت هبل ٧٥ كم . (ث)$^{-١}$. (ميجا بارسك)$^{-١}$

مصادر اللوحات

م . ميخائيلوف ، لينتجراد ـ بلكوفو ، مراصد مونت ويلسون وبالومار ، باسادنا/ كاليفورنيا : نيو كمب ـ إنجلمان ، الفلك العام ، يوهان بارث ، ليبزج ١٩٤٨ : ٧ ؛ صور البحرية الامريكية الرسمية : ١/٤ ، ٢ ، ١/٥ ، ٢ ؛ مرصد زونبرج التابع لأكاديمية العلوم الألمانية فى برلين : ١/٢ ؛ مركز الاستعلامات الامريكيى باد جودسبرج : ١/١ حتى ٣ ، ١/٣ ، ١٣ ، ١/١٥ ؛ وبتسمرمن ، مرصد الجامعة فى مدينـة ينيا : ٢/١٢ ، مؤسسـة ناسـا الامريكية ، مرصد هايدلبرج ومرصد حلوان .

مصادر الصور والأشكال الداخلية

المرصد الفيزيائى الفلكى ببوتسدام التابع لأكاديمية العلوم الألمانية فى برلين ، الشركة المؤممة كارل زايس يينا ؛ معهد فروانهوفر التابع لجامعة ألبرت لودفيج فرايبورج فى برايس جاو ، مرصد آناكابرى ؛ جورج ه ـ . هرج من النجوم غير المستقرة ، مذكـرات المؤتمر الفلكى رقم ٣ التى أصدرتها جامعة كامبردج ١٩٥٧ ؛ مرصد كارل شوارتز شيلد تاوتنبورج التابع لأكاديمية العلوم الألمانية فى برلين : م . م . ميخائيلوف ، لينتجراد ـ بلكوفو ، مرصد حلوان ، مراصد مونت ويلسون وبالومار ، باسادنا/كاليفورنيا ؛ الجمعية الجغرافية القومية ، مرصد بالومار . المسح السماوى ؛ نيوكومب إنجل مـان ، الفلك العام ، بـارث ، ليبزج ١٩٤٨ ؛ نوفوستى ، موسكو ؛ منشورات المرصد الفلكى فى ميتشجن ، المجلد ٣ ؛ تعاون النشر السماوى ، كامبردج/ماس ؛ دى شيترنى ، العدد ٩ ـ ١٠ ، باوث ، ليبزج ١٩٦٨ ؛ مركز الاستعلامات الأمريكى ، باد جودس برج ؛ سنترال بلد (تاس) ، برلين ؛ مؤسسة ناسا الامريكية ، هـ . تسمرمان ، مرصد الجامعة ـ ينيا .

الموسوعة الفلكية

أ

إبطُ الجَوْزَاء

Beteigeuse, Betelgeuse *(A)*

هو النجم اليسارى (α) من الكتف فى كوكبة الجبار ، وهو عباره عن نجم متغير من نوع إتيا قيفاوى ، يتأرجح لمعانه البصرى الظاهرى بين ٠,٤ و ١.٣ قدرا وذلك فى دورة طولها حوالى ٥,٧ سنة . يتبع النجم كلا من النوع الطيفى M2 والقوة الإشعاعية I، أى أنه فوق عملاق أحمر . وبمقارنة النجم بالشمس نجد أن له أكثر من عشرة آلاف مرة قدر قوة إشعاعها ويبلغ قطره من حوالى ٣٠٠ إلى ٤٠٠ مرة قدر قطرها . أى أن إبط الجوزاء فيه مكان لمدار الشمس الظاهرى حول الأرض . تقدر درجة الحرارة الفعاله لهذا النجم بأقل من ٤٠٠٠°ك ولهذا يبدو أصفر محمر خصوصا عند مقارنته بالنجم المجاور- الرِجْل (رِجْل الجبار)- الذى له درجة حرارة أعلى من ذلك . يبعد إبط الجوزاء عنا بحوالى ١٨ بارسك أى ١٠٠ سنة ضوئية .

الأبعاد الطبيعية (أبعاد الحالة)

stellar characteristics
caractéristiques stellaires (pf)
Zustandsgrösse *(pm)*

هى الأبعاد التى يتم رصدها مباشرة أو غير مباشرة ، والتى تحدد مع أبعاد أخرى الحالة الفيزيائية للنجم .

والأبعاد الطبيعية هى : (١) الكتله ، (٢) قوة الإشعاع ، أى ما ينبعث فى كل ثانية من طاقة النجم الكلية تعطى إما بالإرج / ث أو باللمعان المطلق البولومترى ، (٣) نصف القطر ، (٤) درجة الحرارة الفعالة : أى درجة حرارة جسم أسود يشع فى كل ثانية من وحدة مساحة سطحه نفس الطاقة مثل النجم ، (٥)النوع الطيفى الذى يميز تفاصيل طيف النجم ، (٦) الكثافة المتوسطة ، (٧) إنتاج الطاقة المتوسط فى النجم لكل جوام من مادته فى كل ثانية ، (٨)عجلة التثاقل على سطحا النجم ، (٩)فترة دوران النجم أو سرعة دورانه عند خطه الاستوائى ، (١٠)المجال المغناطيسى ، (١١)التركيب الكيماوى .

ترتبط بعض هذه الأبعاد بالتعريف مع البعض الآخر فمثلا نجد أن الكثافة ϱ تتحدد بمعلومية كل من نصف القطر R والكتلة M للنجم ووبالتحديد فإن

$$\varrho = \frac{M}{\frac{4}{3}\pi R^3}$$

على أن π هى النسبة التقريبية وتساوى ٣,١٤١٦ . كما أن إنتاج الطاقة المتوسط ε ينتج من كل من قوة الإشعاع L والكتلة . وبالتحديد فإن $\varepsilon = \frac{L}{M}$ كذلك فإن عجلة التثاقل على سطح النجم تعتمد على كل من الكتلة ونصف قطر النجم وبالتحديد فإن $\varrho = \frac{GM}{R^2}$ حيث G هو ثابت الجاذبية (تساوى ٦,٦٧×١٠^٨سم^٣ جم^-١ . ث^-٢) . وبين قوة الأشعاع ونصف القطر ودرجة الحرارة الفعالة توجد العلاقة

$$L = 4\pi\sigma\, T_e^4 R^2$$

حيث σ هو ثابت ستيفان- بولتزمان (σ = ٥,٨×١٠° إرج . سم^-٢ . ث^-١ . درجة^-٤)

ويعتمد النوع الطيفى لنجم ما على كل من درجة الحرارة الفعالة وعجلة التثاقل على سطح النجم وبالتالى على ما يسود فى غلاف النجم من ضغط . إذ أن كل من درجة الحرارة والضغط يتحكمان من حيث إثارة وتأين الغلاف الجوى وبالتالى فى شدة الخطوط الطيفية التى تحدد النوع الطيفى .

وإذا ما صرفنا النظر عن فترة الدوران وعن المجال المغناطيسى ، الذى يحتمل أن يتحدد أيضا بأبعاد

طبيعية أخرى فإنه تتبقى أربعة أبعاد لا ترتبط مع بعضها بعلاقات أساسها التعريف الفيزيائي للأبعاد المختلفة. (يمكن صرف النظر عن كل من فترة الدوران والمجال المغناطيسي لأنه أمكن فقط رصدهما في عدد قليل جدا نسبيا من النجوم. أما إذا كان لنجم ما دوران ملحوظ فإن أبعادا أخرى تتأثر بذلك مثل قوة الإشعاع وعجلة التثاقل). وكأبعاد مستقلة فإننا نعتبر كل من الكتلة، وقوة الإشعاع، ونصف القطر، والتركيب الكيماوى وكذلك النوع الطيفى – بسبب الارتباط المعقد بالأبعاد الفيزيائية المختلفة. إلا أنه يتضح من نظرية التركيب الداخلى للنجوم – بصرف النظر عن كل من فترة الدوران والمجال المغناطيسى – أن الكتلة والتركيب الكيماوى وحدهما يحددان الحالة الفيزيائية للنجم، أى أيضا قوة إشعاعه ونصف قطره. من هنا فإننا – بصرف النظر عن الدوران والمجال المغناطيسى – نجد أن هناك فقط بعدين مستقلين عن بعضهما وكل الأبعاد الأخرى تعتمد عليهما.

وما يتم رصده من قيم مزدوجة لبعدين نقوم بتوقيعه فى شكل حاله، وفى أشهرها،

الأبعاد الطبيعية المتوسطة لأنواع مختلفة فى طيفها وقوة إشعاعها بوحدات الشمس

النوع الطيفى ونوع قوة الاشاع	قوة الإشعاع	الكتلة	نصف القطر	درجة الحرارة الفعالة	الكثافة المتوسطة	متوسط إنتاج الطاقة	عجلة التثاقل على السطح
BO V	٨٠٠٠	١٧	٧ر٥	٣ر٨	٠ر٠٠٤	٤٠٠	٠ر٣
AO V	٦٠	٣ر٢	٢ر٦	١ر٨	٠ر٢	٢٠	٠ر٥
FO V	٦	١ر٨	١ر٤	١ر٣	٠ر٧	٤	٠ر٩
GO V	١	١ر١	١ر٠	١ر٠	١ر٠	٠ر٩	١ر١
KO V	٠ر٤	٠ر٨	٠ر٨	٠ر٨	١ر٦	٠ر٥	١ر٢
MO V	٠ر٠٦	٠ر٥	٠ر٦	٠ر٦	٢ر٠	٠ر١	١ر٤
FO III	١٥	٢ر٥	٤	١ر٠	٠ر٠٤	٦	٠ر٢
GO III	٤٠	٢ر٥	٦	٠ر٩	٠ر٠٠٣	١٢	٠ر٠٧
KO III	٨٠	٣ر٥	١٦	٠ر٧	٠ر٠٠٠١	٢٠	١ر٠١
MO III	٤٠٠	٥ر٠	٤٠	٠ر٦	٠ر٠٠٨	٨٠	٠ر٠٠٣
PO B	٢٠٠٠٠٠	٥٠	٢٠	٤ر٧	٠ر٠٠٦	٤٠٠٠	٠ر١
AO I	٢٠٠٠٠	١٦	٤٠	١ر٩	٠ر٠٠٠٢	١٠٠٠	٠ر٠١
FO I	٦٠٠٠	١٢	٦٠	١ر١	٠ر٠٠٠٠٦	٥٠٠	٠ر٠٠٣
DAO	٠ر٠٠٠٥	٠ر٦	٠ر٠١٣	١ر٢	٣٠٠٠٠٠	٠ر٠٠٠٨	٣٠٠٠
الشمس G2 V	٣ر٨٦ × $١٠^{٣٣}$ إرج . $ث^{-١}$	١ر٩٩ × $١٠^{٣٣}$ جم	٧ر٠ × $١٠^{١٠}$ سم	٥٧٨٥ $ك^{٥}$	١ر٤ جم. $سم^{-٣}$	١ر٩ إرج.$جم^{-١}$ $ث^{-١}$	٢ر٧ × $١٠^{٤}$ سم $ث^{-٢}$

شكل هرتزسبرنج ـ رسل توجد العلاقة بين قوة الأشعاع والنوع الطيفي ، بينما في شكل آخر نجد ← علاقة الكتلة ـ وقوة الإشعاع .

إن مدى تغير الأبعاد الطبيعية المختلفة كبير جدا . ويوجد أقل تشتت في كل من قيم الكتل ودرجات الحرارة الفعالة بينما نجد أن قيم الكثافة المتوسطة تتبعثر فوق أسس كبيرة للعدد عشره . ويحتوى الجدول الآتى على مدى تقريبي (وليست القيم المتطرفة المعروفة) للأبعاد الفيزيائية ، وكلها منسوبة إلى القيم المناظرة

الكتلة	من	$١٥^{-٢}$	إلى	٥٠
قوة الإشعاع	من	$١٠^{-٣}$	إلى	$١٠^{٥}$
درجة الحرارة الفعالة	من	٠,٥	إلى	١٢
نصف القطر	من	$١٠^{-٢}$	إلى	٣٠٠
الكثافة المتوسطة	من	$١٠^{-٧}$	إلى	$١٠^{٥}$
متوسط إنتاج الطاقة	من	$١٠^{-٢}$	إلى	$١٠^{٤}$

للشمس وعن الأبعاد الطبيعية كل على حده إنظر تحت أسمائها .

آبن إزرا

Abenezra *(A)*

هو أبراهام بار رابي بن إزرا (١٠٩٢ ـ ١١٦٧) اليهودى الذى شهد مؤرخو العلوم بقيمة كتاباته الرياضية والفلكية . ولد فى توليدو ، ثم رحل لعدة سنوات إلى كل من مصر وإيطاليا وزار إنجلترا وتوفى فى روما . وإعترافا بفضله على علم الفلك تم إطلاق إسمه على إحدى المناطق بالسطح غير المرئى من القمر .

آبن سينا

Avicenna *(A)*

هو أبو على إبن سينا (٩٨٠ ـ ١٠٣٧) الفيزيائى والفيلسوف الفارسى وأعظم أطباء عصره . ربط بين العلوم النظرية والعملية فى الطب وأضاف إليها . كما قام بأرصاد فلكيه ورأى ضرورة أن تكون سرعة الضوء متناهيه . وقد تم إطلاق إسمه على إحدى مناطق السطح غير المرئى للقمر .

إبن الهيثم

Ibn El Haitham *(A)*

هو الحسن بن الهيثم الذى ولد فى البصره حوالى عام ٩٦٥ وتوفى فى مصر عام ١٠٣٩ . من عباقرة العرب . ترك آثارا خالده فى الرياضيات والطبيعة . وهو من علماء البصريات القليلين المشهورين فى العالم كله فى العصور الوسطى . وقد بقيت مؤلفاته منهلا لعلماء أوربا الذين سحرتهم بحوثه فى الضوء . ومن هذه المؤلفات كتاب المناظر ، الذى يعالج فيه موضوع إنكسار الضوء ومقاديره . وقد كان هذا الكتاب أهم مؤلف منذ عهد بطليموس ، الأمر الذى أدى إلى طبعه فى بازل عام ١٥٧٢ فكان عونا لكبلر فى أبحاثه . ولإبن الهيثم ما يزيد على عشرين رسالة فى الفلك منها مائية الأثر على وجه القمر وإرتفاع القطب وهيئة العالم .

إبن يونس

Ibn Junis *(A)*

هو أبو سعد عبد الرحمن بن يونس المولود بمصر حوالى عام ٩٥٠ والمتوفى بها عام ١٠٠٩ ـ من مشاهير الفلكيين الذين ظهروا بعد البتانى وأبو الوفا البوزجانى وربما كان أعظم فلكى فى عصره . سبق جاليليو إلى إختراع بندول الساعه . ولنبوغه أجزل له الفاطميون العطاء . وأنشئوا له مرصدا على جبل المقطم قرب الفسطاط ، وأمره العزيز الفاطمى بعمل جداول فلكية أتمها فى عهد الحاكم ، ولد العزيز ، وسماها «الزيج الحاكمى» . إشتمل هذا الزيج على ٨١ فصلا وكانت تعتمد عليه مصر فى تقويم الكواكب . وقد ترجمت بعض فصول هذا الزيج إلى اللغات

الأجنبيه . وابن يونس هو الذى رصد كسوف الشمس وخسوف القمر عام ٩٧٨ فى القاهره ، وأثبت فيها تزايد حركة القمر ، وحسب ميل دائرة البروج فجاءت أدق ما عُرف قبل إدخال الآلات الفلكية الحديثه . وتقديرا لجهوده الفلكيه تم إطلاق إسمه على إحدى مناطق السطح غير المرئى من القمر .

أبو الفدا

Abulfeda *(A)*

هو إسماعيل أبو الفدا (١٢٧٣ ـ ١٣٣١) الأمير السورى المولود بمدينة دمشق من نسب يتصل بوالد صلاح الدين . أحد عباقرة الجغرافيين العرب فى مدرسة المأمون العلميه بمدينة بغداد . كتب موسوعة فى الجغرافيا جمع فيها أعمال من سبقوه ، كما ضمنها طرقا جديده لتعيين خطوط عرض وطول الأماكن . كان مؤرخا وفلكيا . ولما له من أفضال على تقدم العلوم الفلكيه تم إطلاق إسمه على إحدى مناطق السطح غير المرئى من القمر .

أبو الوفا

Abul Wefa *(A)*

رياضى وفلكى عربى كبير ولد حوالى عام ٩٤٠ م فى بتسوجان (فارس) وتوفى عام ٩٩٨ م . إشتغل بالفلك وأستخدم القياسات الهندسية فى المسائل الفلكية كما أصدر كتابا فلكيا شاملا . وهو مكتشف ثانى أكبر إختلاف فى حركة القمر المداريه وذلك عام ٩٨٠ (نسب هذا الإكتشاف إلى تيكوبراهى) ولما له من أفضال على تقدم العلوم الفلكيه تم إطلاق إسم أبى الوفا على احدى مناطق السطح غير المرئى من القمر .

أبو جلمبو

crab
cancer *(sm)*, écrivisse *(sf)*
Krebs *(sm)*

← سديم أبو جلمبو

أبولُو

Apollo *(L)*
apollo
apollo *(sm)*
Apollo *(sm)*

← كويكب

الإتجاهات السماوية

celestial directions
directions celestes *(pf)*
Himmelsrichtungen *(pf)*

هى الاتجاهات إلى تقاطع كل من دائرة الزوال والدوائر الرأسية مع الأفق . والاتجاهات السماوية الأصلية هى الشمال N والشرق O والجنوب S والغرب W . والشمال والجنوب يتحددان بنقط تقاطع دائرة الزوال مع الأفق (فى نقطة الشمال ونقطة الجنوب) ، بينما الشرق والغرب يتحددان بنقطتى الأفق اللتان تتلاقيان عندهما الدائرة ، التى تصنع زاوية ٩٠° على كل من الأفق ودائرة الزوال (نقطتى الشرق والغرب) . كما يمكن الاشارة إلى إتجاهات بينية مثل الجنوب الغربى SW وجنوب الجنوب الغربى SSW . وتزداد شمالية نقطة ما على الكرة السماوية كلما إقتربت تلك النقطة من القطب الشمال . وعن الطرق السريعة لتعيين الإتجاهات السماوية ← التوجية بالأجرام السماوية .

الإتحاد الفلكى الدولى

International Astronomical Union (IAU)
Union Internationale Astronomique (UIA) *(sf)*
International Astronomische Union, (IAU) *(sf)*

إتحاد يضم جميع الفلكيين فى كل الدول بهدف العمل سويا للنهوض بعلم الفلك . ينعقد مؤتمر الإتحاد الفلكى الدولى كل ثلاث سنوات (١٩٦٤ هامبورج ، ١٩٦٧ براغ ، ١٩٧٠ بريتون ، ١٩٧٣ سيدنى ، ١٩٧٦ جرينوبل ، ١٩٧٩ منتريال ، ١٩٨٢ باتراس) ويستمع إلى تقارير عن التقدم فى جميع فروع الأبحاث الفلكية . يقسم العمل العلمى فى الإتحاد الفلكى الدولى إلى

أكثر من ٥٠ لجنة علمية تهتم بالمجالات المختلفة. بجانب ذلك ينعقد عديد من الإجتماعات الدولية العلمية بين حين وآخر.

الإتساع

expansion
expansion *(sf)*
Expansion *(sf)*

(١) إتساع الكون ← الممدد؛
(٢) إتساع الخطوط الطيفية ← الإتساع الضغطى.

الإتساع الضغطى

pressure broadening
élargissment par pression *(sm)*
Druckverbereitung *(sf)*

هو إتساع او زيادة فى عرض الخطوط الطيفية بدرجة تعتمد على ضغط الغاز ← الطيف.

الإتصالين

syzygies
syzygies *(pf)*
Syzygien *(pf)*

هما وقتا الهلال والبدر (← أوجه القمر).

إثاره

excitation
excitation *(sf)*
Anregung *(sf)*

هى إنتقال إليكترون فى الذرة من مدار ذا طاقة أقل إلى مدار ذا طاقة أكبر (← تركيب الذرة). وفرق الطاقة ـ **طاقة الإثارة** ـ لابد أن يُعطى للذره عن طريق الإصطدام فى حالة **الإثارة بالتصادم** أو بإمتصاص كم ضوئى فى حالة **الإثارة الضوئية**. والطاقة $h\nu$ (h هوكم بلانك الفعال) للكم الضوئى الممتص لابد أن تساوى تماما طاقة الإثارة ΔE بحيث تعطى الذبذبة ν بالعلاقة $h\nu = \Delta E$ وبعد مضى فترة زمنية أقل عادة من 10^{-8} ث فإن الاليكترون يعود من تلقاء نفسه إلى مستوى الطاقة الأقل ويُشع أثنا ذلك ضوءا (**ضوء الإثارة**). فى حالة التعادل الحرارى لكتلة غازية تحدث عدد من عمليات الإثارة مساو لعمليات الإشعاع التى تُزيل الإثارة، ومن هذا التعادل نستطيع حساب عدد الذرات الموجودة فى مستوى طاقة معين. بهذه الطريقة نحصل على قاعدة بولتزمان للتوزيع التى تقول بأنه فى غاز ما يزداد عدد الذرات المثارة كلما إرتفعت درجة حرارة الغاز.

الإثارة الإصطدامية

collisional excitation
excitation par collision *(sf)*
Stossanregung *(sf)*

← الإثارة

الإثارة الضوئية

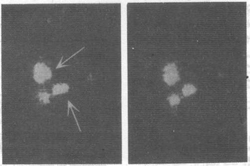
photoexitation
photoexcitation *(sf)*
Photoanregung *(sf)*

هى ← إثارة ذره ما عن طريق إمتصاص الضوء.

أجسام هربج هارو

Herbig - Haro - Objects
objects de Herbig - Haro *(pm)*
Herbig - Haro - Objecte *(pn)*

مناطق خافتة الإضاءة على الكرة السماوية ولها أشكال عُقَدية ويبدو فيها غالبا شكل نواة على هيئة نجم، وقد سميت هذه الأجسام بإسم مكتشفيها. لأجسام هربج هارو إشعاعا مستمرا وخطوط إنبعاث قوية. كما أن تلك الأجسام توجد فى مناطق غنية بمادة ما بين النجوم التى يدل عليها الإمتصاص القوى. وتوجد مزاعم مختلفة بأن أجسام هربج هارو عبارة عن نجوم حديثة التكوين. وقد لفتت الصور التى ألتقطت لأجسام هربج هارو فى منطقة الجبار الأنظار عام ١٩٥٤ وذلك بعد إكتشاف نواتين شبيهتين بنجم لم يكونا موجودين من قبل على صوره إلتقطت فى عام



جسم هربج ـ هارو رقم ١ فى كوكبة الجبار . وقد إلتقطت الصورة اليسرى عام ١٩٤٧ بينما اليمنى عام ١٩٥٤ . ويدل السهمان على موضعين لم يكونا مميزين فى اللقطة القديمة .

١٩٤٧ . ومما يضعف من هذه الإحتمال أن أجسام هربج هارو ليس لها فقط زيادة فى اللمعان وإنما أيضا تغيير ضوئى .

أجنحة الخطوط الطيفية

wings of the spectral lines
ailes de raies *(pf)*
Linienflügel *(sm)*

⟵ لطيف .

الأجهزة

instruments
instruments *(pm)*
Instrumente *(pn)*

يستخدم فى الفلك أنواع كثيرة من الأجهزة ، إلا أن أهمها أجهزة الأرصاد التى يتم بها رصد الأجسام الموجودة خارج الأرض . وبجانب ذلك فإننا نحتاج إلى سلسلة من الأجهزة الاضافية وأجهزة إستخلاص النتائج من الأرصاد .

تستخدم أجهزة الرصد لإستقبال ودراسة وقياس ما يصلنا من إشعاع الأجسام غير الأرضية . ولما كانت هذه الأجهزة تعمل فى الغالب على إستقبال الأشعة الضوئية فإن الأجهزة الفلكية هى آلات ضوئية قبل كل شئ . إن أهم جهاز رصد هو ⟵ المنظار الذى يختص بتجميع ما يصلنا من ضوء وتكوين الصورة وتكبير زاوية البصر . وإذا ما إحتوت المناظير التى تؤدى هذه الوظيفة على عدسات فإنها تسمى ⟵ بالمناظير الكاسره ، أما إذا كانت مزودة بمرايا فإنها تسمى ⟵ بالمناظير العاكسة . ويمكن إستخدام المنظار مباشرة لمشاهدة الأجسام الفلكية كما يمكن كذلك إستعمالها على شكل كاميرات للتصوير الفلكى ، والاستخدام الأخير هو الغالب فى الوقت الحديث ، إذ تمكننا خاصية تجميع المناظير للضوء ، وخصوصا مع إستعمال تكنيه التصوير ، من الوصول إلى أجسام خافته لم يكن من الممكن رؤيتها بالعين المجرده . ولا تستخدم كفاءة المنظار فى تكبير الزوايا للرصد المريح فقط وإنما فى زياده دقة قياس الزوايا ، الشئ الذى يتطلبه تحديد الاتجاهات ، ومن هنا فإن المناظير فى صورها المختلفة تزود بأجزاء إضافية خاصه مثل الميكرومترات ، ⟵ آلة القياس الزاويه . ولقياس أصغر الزوايا تستخدم ⟵ مقاييس التداخل . ويتطلب قياس شده ما يصلنا من ضوء الأجسام غير الأرضية ، أى لمعانها ، أجزاء إضافية أخرى ، ⟵ الفوتومتر . وتلك الأجهزة الإضافية يمكن أن تُركب كجزء من أجهزة

الرصد على المنظار . أما إذا اريد فحص طيف الإشعاع فإن ذلك يستلزم تركيب جزء مكمل على المنظار . ← المطياف .

وفى الأرصاد الشمسية تستخدم أنواع كثيرة من الأجهزة الخاصة تختلف أساسا عما يستخدم فى الأرصاد الفلكية الأخرى وذلك لشدة غزارة إشعاع الشمس .

منذ الأربعينيات يتم رصد ما يصلنا من إشعاع الأجسام غير الأرضية فى النطاق الراديوى ، الشئ الذى تطلب تطوير ← أجهزة الفلك الراديوى تختلف عما سواها من أجهزة النطاق البصرى .

وطالما أننا لم نتمكن من إستخلاص النتائج على المنظار مباشرة فإن هذا يتطلب أجهزة أخرى للتحليل واستخلاص النتائج . يتضح ذلك بجلاء فى الأرصاد الفوتوغرافية . ولتحليل ودراسة الألواح الفوتوغرافية فإننا نستخدم أنواع خاصة من ← الفوتومترات و ← أجهزة المقارنة و ← جهاز قياس الأحداثيات .

وأخيرا فإنه من الضرورى أيضا لكثير من الأرصاد الفلكية من ← ساعات دقيقة وكذلك ← كرونوجرافات (أى كاتبات الزمن) .

تعتمد الأبحاث الفلكية دائما على مستوى تكنولوجية الرصد وبالتالى على الحالة التكنولوجية لأجهزة الأرصاد . ويؤدى إدخال أجهزة فلكية جديد إلى تقدم ملموس فى فروع كثيرة من الفلك . كذلك فإن العكس صحيح ، اذ يعطى التقدم الكبير لفرع ما من فروع الفلك أفكارا جديدة لتشييد أجهزة حديثة .

عرض تاريخى : قبل إختراع المنظار كانت جميع الأجهزة الفلكية عبارة عن أجهزة قياس زوايا وكانت تستخدم فى تتبع مكان ومسار الأجرام السماوية بطريقة أفضل مما يمكن بواسطة العين المجردة . وعلى وجه الخصوص فقد استخدمت تلك الأجهزة فى تحديد الزمن .

«والجنومون» أو المزولة الرأسية

من الأجهزة القديمة وكان معروفا أيام البابليون وأستخدمته كذلك شعوبا أخرى كثيرة . وهذا الجهاز عبارة عن قائم رأسى نتتبع ظله ، أى عبارة عن ساعة شمسية بسيطة ، يشير فيها إتجاه الظل إلى إتجاه الشمس كما يعطى طول الظل درجة إرتفاع الشمس . وكان من الممكن تحديد التاريخ من السنة تقريبا عن طريق إختلاف طول الظل وقت الظهر أى بواسطة درجة الإرتفاع العبورى للشمس . وفى ساعات شمسية أخرى كان قائم الظل يصنع على شكل كره موضوعة فى جسم مقعر . وكانت مثل هذه الأجهزة معروفة لدى الاغريق بإسمى **الاسكاف والهليوتروب** . وفى أرصاد الشمس من حيث تحديد النقط الزمنية الهامة للحسابات مثل نقطتى الإنقلاب الشمسى بنيت فى كثير من البلاد أجهزة كبيرة للمشاهدة أشهرها ما هو موجود فى «ستونى هنجى» بإنجلترا . ومن آلات المشاهدة القديمة سهله الحمل **مسطرة إختلاف المنظر** . وبها كان الجرم السمارى يشاهد فوق قائم يدور على قائم آخر على أن يُقرأ إرتفاع الجرم السماوى على قائم ثالث يقفل المثلث . وكانت **الحلقة** أو **الأرميله** متعددة الإستعمال وأستخدمها على سبيل المثال كل من هيبارخ وبطليموس فى كثير من الأرصاد . وتتكون هذه الآلة من عديد من الدوائر المقسمة والتى يمكن إدارة بعضها داخل البعض الآخر ، كما روعى فيها وجود الدوائر الأساسية للكره السماوية خصوصا البروج والأفق ودائرة الزوال ويتم ضبط مؤشر مع إتجاه الجرم السماوى وقراءة إحداثياته . وقد قام العرب بتطوير هذه الآلة **إلى الاسطرولاب** الذى لم يقتصر إستخدامه فقط على تحديد أماكن النجوم بل تجاوز ذلك إلى حل المسائل الفلكية الكروية . ويعد **القائم الصليبى** (**قائم يعقوب أو العصى المستقيمة**) المصنوع من عدة عصى على شكل صليب إحدى الأجهزة السهلة للمشاهدة . ويرجع تصميم **آلة الربع** إلى العصور القديمة ، وقد ظلت هذه أهم الأجهزة الفلكية حتى

إختراع المنظار . وتتكون آلة الربع من قائم متحرك يمكن بواسطة قراءه إرتفاع النجم على دائرة عمودية مقسمة . وقد بُنيت آلات ربع كبيرة تم تثبيتها على حوائط فى إتجاه خط الزوال واستخدمت تلك **الأرباع الحائطية** ، كنواه لمناظير الزوال الحالية ، فى أرصاد العبور . وإذا أمكن إدارة آلة الربع على محور بحيث يمكن قراءة زاوية السمت عليها فإنها تعرف **بآلة الربع السمتيه** . وقد ظلت آلة الربع تتحسن مع الزمن فى شكلها ودقة تواريخها وازداد إرتفاعها عن الأرض وتجلى أوج تطورها فى الآلات الشهيرة التى إستخدمها تيكوبراهى . وترجع جميع الأجهزة المستخدمة فى العصور الوسطى أساسا إلى تصميمات من العصور القديمة .

حدث التغيير الأساسى فى ذلك الوضع بإختراع المنظار حوالى عام ١٦٠٠ أو بدقة أكثر فى القول ، بإدخال المنظار فى الأرصاد الفلكية على يد جاليلى عام ١٦٠٩ . تم إختراع المنظار فى هولندا أولا . ومن الواضح أن ذلك حدث فى مناطق كثيرة فى نفس الوقت . ويعد كل من ج . ليبرهى (ليبرزهايم) ولابرى و ج . متيوس وز . يانسن مخترعا للمنظار . ويعرف الشكل من المناظير الذى إستخدمه جاليلى بمنظار جاليلى أو المنظار الهولندى أما المنظار الفلكى أو منظار كبلر فقد قام كبلر بتصميمه . أدى إدخال المنظار فى الأرصاد السماوية إلى تطور ثورى فى تكنولوجية تلك الأرصاد وإلى الحصول على معلومات جديدة تماما مثل ما حدث بعد ذلك عندما أدخل التطوير فى التصوير الفوتوغراف . ومن المدهش أن المنظار لم يستخدم فى قياس الزوايا إلا فى النصف الثانى من القرن السابع عشر . وعلى سبيل المثال نجد هيفيليوس يشاهد بشوق القمر والكواكب بواسطة منظار من صنعه إلا أنه استعمل على الرغم من ذلك آلة الربع كآلة قياس زوايا وذلك لتحديد الأماكن . أما تطوير المناظير بتركيب دوائر لآلات القياس فقد تم حوالى عام ١٦٧٠ خصوصا على يد الفلكى الفرنسى بيكارد (١٦٢٠ ـ ١٦٨٢) . ويعد تلميذه رومر المخترع الحقيق لمنظار الزوال وآلة العبور . كان أول منظار عاكس أدخل فى مجال الفلك من تصميم نيوتن عام ١٦٧١ الذى إستخدم فيه مرايا معدنية مشطوفة . وبعد حوالى ١٠٠ سنة إستعمل وليام هرشل أيضا مرايا معدنية يصل قطرها إلى متر فى صنع منظاره العاكس الشهير . وأُدخلت المرايا الزجاجية المفضضة بدلا من المرايا المعدنية فى منتصف القرن التاسع عشر . وفى القرن الماضى كان للفلكى ج.فراونهوفر أفضال كثيرة فى تطوير المنظار الفلكى ، فقد عُرفت فى جميع أنحاء العالم المرايا التى قام بشطفها كما لا يزال نظامه فى تصميم المنظار معمولا به حتى الآن . وفى النصف الثانى من القرن الماضى تم فتح مجالات جديدة للأرصاد الفلكية لم تكن تطرق على بال وذلك بإدخال التصوير الفلكى . وقد تأثر كذلك تصميم المنظار الذى أصبح يستخدم على شكل كاميرا . وبالمثل فإن علم الطيف وتطبيقاته الفلكية يعد من منجزات القرن الماضى . فقد قام فراونهوفر بدراسة طيف الشمس بمطيافة . وجاء التقدم الفاصل فى عام ١٨٩٠ عندما أدخلت المطيافات الفوتوغرافية أى دراسة الطيف بطريقة التصوير وليس بالعين مباشرة . وكان للعالم هـ.س . فوجل فى بوتسدام فضل كبير فى تطوير المطياف النجمى . كما تم تطوير أسطروجرافات عديدة العدسات لتصوير الحقول الكبيرة من النجوم وظلت الوسيلة الوحيدة لهذا الغرض حتى عام ١٩٣٠ إلى أن قام ب . شميت بتصميم منظار عاكس مستخدما النظام الذى إخترعه للمنظار . كانت أولى الآلات الراديويه هى أجهزة القياس الراديوى التى بنيت واستخدمت أثناء الحرب العالمية الثانية .

الأجهزة الفلكية

astronomical instruments
instruments astronomiques *(pm)*
astronomische Instrumente *(pn)*

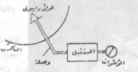
← الأجهزة

أجهزة الفلك الراديوى

radio astronomical instruments
instruments radio - astronomiques *(pm)*
radioastronomische Instrumente *(pn)*

أجهزة إستقبال وقياس ما يصل من الكون من إشعاع راديوى ذى أطوال موجية تتراوح بين أمم و٢٠م (وهو ما يعادل ذبذبات من ٣٠٠,٠٠٠ إلى ١٥ ميجا هرتز). تختلف أجهزة الفلك الراديوى كثيرا عن الأجهزة البصرية التى ندرس بها الموجات الأقصى. تتكون أجهزة الفلك الراديوى من (أ) هوائيات، (ب) مُستقبل، (جـ) مجموعة التداريج والمؤشرات. وكما هو الحال فى معظم الأرصاد الفلكية فإننا لا نرغب فى إستقبال الإشعاع القادم من جميع الاتجاهات وإنما فى المرة الواحدة من منطقة صغيرة فى السماء، وبقدر الإمكان كثير من إشعاع المنطقة تحت الرصد. من أجل ذلك تُستخدم هوائيات مُوَجَّهَة كما هى العادة فى إستقبال الموجات القصيرة جدا فى كل من التليفزيون والرادار. وتتطلب الأجهزة الراديوية الفلكية شيئين أساسيين: (١) لابد أن تكون على كفاءة عالية من التوجيه أى بالتالى كفاءة تفريق جيدة، حتى يمكن على سبيل المثال التفريق بين كل من إشعاعى منبعين قريبين جدا من بعضهما وتميز كل منهما على حدة وتعيين مكانيهما بدقة، (٢) لابد أن يكون من المستطاع بواسطتها الاستدلال على الإشعاع الخافت جدا. وهذا المطلبان غير ممكنى التحقيق فى نفس الوقت غالبا. لهذا تم تطوير أجهزة مختلفة تخدم أغراضا كثيرة وتتباين إلى حد كبير فى مظهرها ومنها المناظير الراديوية وكذلك مجموعات الهوائيات المتراصة بجانب بعضها البعض وأيضا بمجموعات التداخل.

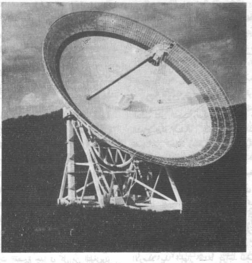
(أ) الهوائيات: **المنظار الراديوى** هو أقرب الأجهزة الراديوية إلى الأجهزة البصرية. وفى هذا المنظار يتم توجيه الهوائى بواسطة عاكس على شكل قطع مكافىء يعمل على تجميع ما يقابله من إشعاع فى بؤرته (الشكل ١). وفى البؤرة يوضع الهوائى وهو فى



(١) رسم تخطيطى لمنظار راديوى

الغالب ثنائى القطب وطوله مساو لنصف طول موجة الشعاع المراد إستقباله. يتكون السطح المكافىء من قضبان من الصلب ومغطى بصفائح معدنية أو بشبكة سلكية حتى يقل تأثير الرياح. وفى الحالة الأخيرة فإن إتساع عيون الشبكة لابد أن يكون صغيرا بالنسبة لطول الموجة حتى يحدث إنعكاس حقيقى يتم تشييد العاكس بحيث يمكن بواسطته رؤية أى جزء فى السماء وكذلك متابعة هذا الجزء فى أثناء دورانه اليومى الظاهرى. ومن الأرخص تجهيز وتركيب جهاز زوال راديوى يتحرك فقط فى خط الزوال. ويتم أخذ الأرصاد بهذا الجهاز عندما يتواجد الجسم فى أو بالقرب من الزوال. بالاضافة إلى ذلك فقد أستحدثت مناظير هائلة يتم بواسطتها رصد المنابع الراديوية القريبة من سمت الرأس. تُعطى قوة توجيه المنظار الراديوى بواسطة كفاءة التفريق α، وهى فى نفس الوقت عبارة عن مقياس لحجم المنطقة التى نستقبل منها الاشعاع فى السماء وتعتمد كفاءة التفريق على قطر العاكس D وعلى طول الموجة λ للإشعاع الذى نستقبله. وعلى فرض قياس كلاهما بالأمتار فإن $\alpha = 70° \times \frac{\lambda}{D}$ فعلى سبيل المثال إذا عملنا بطول موجة ١ م فإن ذلك يتطلب أن يكون قطر العاكس ٧٠ م حتى نحصل على كفاءة تفريق ١°. وكفاءة التفريق هذه أسوأ بكثير مما هى فى حالة المناظير البصرية. يرجع ذلك إلى أن طول الموجة الراديوية حوالى ١٠^٤ إلى ١٠^٨ مرة أكبر من الموجات البصرية. وكى نحصل على كفاءة تفريق مرضية إلى حد ما، لابد لنا من بناء مناظير راديوية عملاقة.

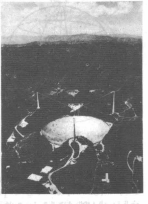
يوجد أكبر المناظير الراديوية كاملة الحركة التى



(٢) منظار معهد ماكس بلانك للفلك الراديوى ، الذى يعد بقطره البالغ ١٠٠ م أكبر منظار راديوى كامل الحركة .

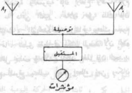
بنيت حتى الآن بالقرب من جبل إيفل بقطر ١٠٠م ويتبع معهد ماكس بلانك للفلك الراديوى ومقره بون عاصمة جمهورية ألمانيا الإتحادية . أما أكبر وأكبر منظار راديوى ثابت يوجد فى أريسيبو ، بيرتوريكو بقطر ٣٠٥م وهو أكبر سطح إستقبال .

إن بناء مناظير راديوية كبيرة مكلف جدا . من هنا فقد شاعت أجهزة فلكية مكونة من أنواع مختلفة من الهوائيات المسطحة . مثلا عديد من الهوائيات ثنائية القطب منظمة بجانب بعضها أمام مستوى على شكل حائط شبكى عاكس . ومثال آخر يتكون من مجموعات هوائيات ياجى توضع أمام وخلف الهوائى ثنائى القطب كموجهات . إنه ولكى يمكننا التحديد الدقيق لأماكن المنابع الراديوية فإننا نبنى أنواعا عديدة من **أنظمة التداخل (مقياس التداخل** الراديوى) وهذه فى أبسط صورها عبارة عن هوائيين A_1 ، A_2 موضوعين على مسافة كبيرة بقدر الإمكان من بعضها على أن يكون الخط الواصل بينهما فى إتجاه الشرق ـ غرب تماما (الشكل ٣) . ويتصل جهاز الاستقبال عند منتصف الوصله بين الهوائيين . ونحصل من خلال تداخل (أى التراكم الناتج عنه تبعا لاتجاه الشعاع القادم تقويه أو إضمحلال) الذبذبات المُلتقطة فى الهوائيين على زيادة فى كفاءة التوجيه فى إتجاه الشرق ـ غرب ، فتعطى المؤشرات بذلك أكبر إنحراف عند عبور منبع راديوى لخط الزوال ، لأن لذبذبات المُلتقطة تتراكم موضحة أقصى قيمة . وبتحديد زمن هذه الرصدة يمكن معرفة إحداثى المنبع ونستطيع بذلك معرفة المطلع المستقيم بدقة . أى أن أجهزة التداخل هذه تعمل كأجهزة



(٣) منظار بورتريكو ، الذى يعد بقطره البالغ ٣٠٥م أكبر منظار راديوى على الاطلاق .

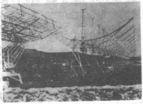
عبور تتحدد كفاءة تفريقها بالنسبة بين طول الموجة والمسافة بين الهوائيين وحديثا أستخدمت مناظير راديوية بلغ البعد بين هوائييها بضع آلاف الكيلومترات . فوصلت بذلك كفاءة التفريق إلى ٠٫٠٠٠٥ . وهو ما يقابل أكبر المناظر البصرية . إن مثل هذه الأجهزة العملاقة لا تعمل كجهاز تداخل مـرحلى وإنما تـداخـل بشـدة الإشـعـاع ← مقياس التداخل . وحتى نحصل أيضا فى الميل على دقة عاليه يتم الربط بين مجموعتين أو أكثر من التداخلات فى حالة صليب ـ ميلس تُصنع



(٤) رسم تخطيطى لمقياس تداخل هوائيه A_1 A_2

مجموعتين من مقاييس التداخل على شكل صليب ذراعية فى كل من الشرق ـ غرب . والشمال ـ جنوب .

(ب) ، (ج) المُستقبل ولوحات المؤشرات : يتصل الهوائى بجهاز الاستقبال ، الذى تتحول فيه الذبذبات إلى ذبذبات صغيرة يجرى تقويتها وإختيار نطاق ضيق منها فقط . أى أن كل الأجهزة الفلكية الراديوية مونوكروماتية تقيس فى نطاق ضيق فقط من طيف الإشعاع الساقط . ولابد أن يكون المُستقبل ثابتا فى تقويته وحساس لدرجة كبيرة لأن الشعاع الذى نستقبله ضيق جدا ويظهر فقط كإضطراب يعلو بسيطا عما حوله .



(٥) منظار مرصد بيوراكان بجمهورية أرمينيا ويرى على اليسار حائط دايبولى وعلى اليمين هوائى على شكل قطع مكافئ إسطوانى .

يتصل بالمستقبل مجموعات لوحات نرى عليها شدة الإشعاع . وفى أبسط الحالات توجد مجموعات كاتبة ، ترسم على لوحة منتظمة الدوران خطا يُعبر إرتفاعه عن صفر ما مقياسا لشدة الإشعاع الذى نستقبله .

إحتراق

heliacal
heliaque
heliakisch

منسوب إلى الشمس . **الشروق الإحتراق** ← الشروق .

الإحداثيات .

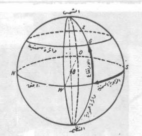
coordinates
coordonnées *(pf)*
Koordinaten *(pf)*

أعداد لتحديد مواقع النقط فى الفضاء أو على الأسطح . ويحدد **نظام الإحداثيات** الطريقة التى تقاس بها الإحداثيات ذاتها . وبواسطة الإحداثيات على سبيل المثال توصف مواقع أو أماكن النجوم على الكرة السماوية . وفى هذا فإننا من مكان المشاهدة ، نتخيل النجوم وكأنها مُسقطة على الكرة السماوية التى تعتبر كمساعد رياضى ذو مقياس إختيارى أى، يمكن أن يكون نصف قطرها لا نهائى (معنى ذلك أن الكرة السماوية ليست نظيرا للظاهرة الضوئية للقبة السماوية) . تبدو الأرض متناهية الصغر بالنسبة للكرة السماوية ، أى تعتبر كنقطة بحيث أن تحديد النقط والدوائر على الكرة السماوية ينطبق لكل المشاهدين على الأرض سواء كما لو كانوا جميعا موجودون فى مركز الأرض . وفى حالة إفتراض نصف قطر لا نهائى للكرة السماوية فإن المستويات المتوازية تقطع تلك الكرة فى نفس الدائرة الكبرى . كذلك تتقابل الخطوط المتوازية مع الكرة السماوية فى نفس النقطة . ويمكن تحديد موقع جرم سماوى ما على الكرة السماوية بواسطة **إحداثيات كروية** ، أى، بزاويتين مستقلتين .

ويمكن على وجه العموم ، عمل نظام يبنى للإحداثيات عن طريق تحديد مستوى أساس يقطع الكرة السماوية فى دوائر كبرى وكذلك نقطة بداية تكون بمثابة دليل على الدائرة الكبرى تبدأ عنده قياس أحد الإحداثيات على أن يقاس الإحداثى الآخر كزاوية فى إتجاه اليمين من الدائرة الأساسية . وبالتفصيل يستخدم فى الفلك نظم الإحداثيات الآتية :

(١) النظام الأفقى (السمتى)

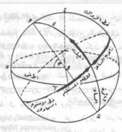
ويُختار فيه المستوى الأساس كمستوى عمودى على إتجاه عجلة التثاقل فى مكان المشاهدة B فيقطع



(١) نظام الإحداثيات الافق (السمتى)

الكرة السماوية فى الأفق . أما نقطة الدليل فى هذا النظام فتتخذ نقطة الجنوب S ويبدأ عندها قياس السمت a حتى نقطة تقاطع الدائرة العمودية للجرم السماوى G مع الأفق . وتُسمى بالدوائر العمودية كل الدوائر العظمى ، التى تمر بسمت الرأس Z لمكان الرصد . ويتراوح السمت بين صفر ، °٣٦٠ مقاسا من نقطة الجنوب S مارا بالغرب W فالشمال N ثم الشرق O ، ويمثل أحد إحداثى النظام الأفقى . أما الأحداثية الأخرى فهى الارتفاع h ويكون بالموجب فى إتجاه سمت الرأس وبالسالب فى إتجاه النظير (النقطة المضادة للسمت) . وأحيانا تستخدم للمسافة السمتية ($z = 90° - h$) كإحداثية بدلا من الإرتفاع وتسمى الدوائر الموازية للأفق بدوائر السمت .

ونظرا لميل الدوائر، التى تصنعها الأجرام السماوية أثناء دورانها اليومى الظاهرى على كل من مجموعة الدوائر السمتية والعمودية فإن إرتفاع وسمت جرم سماوى ما دائمى التغيير . علاوة على ذلك فإن الإحداثيات ، التى تحددت بإرتفاع وسمت جرم سماوى ما ، تنطبق فقط فى مكان الرصد لأن إتجاه قوة التثاقل يختلف بإختلاف المكان . لهذا فإن التحديد الواضح للموقع يتطلب أيضا إعطاء زمن ومكان الرصد .



(٢) نظام الإحداثيات الاستوائى .

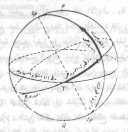
(٢) النظام الاستوائى :

وفيه مستوى خط الإستواء الأرضى هو المستوى الأساسى ويقطع الكرة السماوية فى مستوى الإستواء السماوى . وكنقطة دليل تُستخدم نقطتين مختلفتين (أ) فى حالة **نظام زوايا الساعات أو النظام الاستوائى الثابت** فإننا نختار نقطة تقاطع خط الاستواء السماوى مع خط الزوال وتكون الزاوية المحصورة بين هذه النقطة ونقطة تقاطع دائرة الساعة المارة بالجرم السماوى مع خط الاستواء السماوى عبارة عن زاوية الساعة τ وتستعمل كإحداثية ، على أن تقاس بالساعات والدقائق والثوانى من صفر حتى ٢٤ ساعة فى إتجاه الحركة اليومية الظاهرية للجرم السماوى . أما الإحداثية الأخرى وهى الميل δ فتقاس من خط الإستواء السماوى على دائرة الساعة للجرم السماوى من صفر حتى ٩٠° وتكون موجبة فى إتجاه القطب الشمالى وسالبة فى إتجاه القطب الجنوبى للكرة السماوية . ويرمز بدوائر الساعة إلى كل الدوائر العظمى العمودية على خط الإستواء السماوى والتى تمر بكل من القطب الشمالى والجنوبى ، وأحيانا تستخدم المسافة القطبية d حيث $d = 90° - \delta$ بدلا من الميل . فى الوقت الذى تظل فيه إحدى الأحداثين ، الميل δ ، ثابته أثناء الحركة اليومية الظاهرية للنجم ، وذلك لأن النجوم تتحرك على دوائر موازية لخط الإستواء السماوى ، فإن زاوية الساعة لجرم سماوى ما تتغير بإستمرار . وتعطى هذه الزاوية الزمن الذى إنقضى منذ آخر عبور لخط الازوال . ولما كان وضع خط الزوال مرتبطا بمكان المشاهدة فإن زاوية الساعة تعتمد أيضا على مكان المشاهدة ولهذا فإن التحديد الواضح للمواقع يحتاج كذلك إلى معلومات عن مكان الرصد وزمنه . (ب) يصبح النظام الإستوائى غير معتمد على مكان الرصد إذا شاركت نقطة الدليل نفسها فى الحركة اليومية الظاهرية للنجوم ، الشئ الذى يحققه **نظام المطلع المستقيم أو النظام الإستوائى المتحرك** ، وفيه يتم إختيار نقطة الربيع ♈ كنقطة دليل (بدلا من نقطة تقاطع خط الإستواء السماوى مع خط الزوال) . وتسمى الزاوية بين كل من نقطة الربيع ونقطة تقاطع دائرة الساعة الموجود عليها الجرم السماوى مع خط الإستواء السماوى بالمطلع المستقيم α ويقاس فى إتجاه مضاد لاتجاه حركة النجوم اليومية الظاهرية بالساعات والدقائق والثوانى .وزاوية الساعة التى تمر بنقطة الربيع هى عبارة عن الزمن النجمى وقت الرصد . وعلى ذلك فإن زاوية ساعة جرم سماوى ما تساوى الزمن النجمى مطروحا منه المطلع المستقيم لهذا الجرم السماوى .

يتضح من ذلك أن الإحداثيات فى نظام المطلع المستقيم غير معتمدة على أى من حركة الجرم اليومية الظاهرية أو مكان الرصد . لذلك يتخذ هذا النظام كأساس لتحديد مواقع النجوم فى المصنفات والخرائط .

(٣) النظام البروجى :

لتحديد مواقع أجسام المجموعة الشمسية فإننا نختار فى الغالب مستوى البروج كمستوى أساس فى النظام الإحداثى كما نختار نقطة الربيع كدليل لقياس الإحداثى الآخر ، وهو الطول البروجى λ . ويُقاس الطول البروجى من نقطة الربيع (فى نفس إتجاه الحركة السنوية الظاهرية للشمس) حتى نقطة تقاطع دائرة الطول ، المارة بالجسم السماوى ، مع



(٣) نظام الإحداثيات البروجى

دائرة البروج . ويطلق إسم دائرة الطول على كل دائرة عظمى عمودية على دائرة البروج أى تمر بقطبى دائرة البروج E_p . ويقاس الطول البروجى بالدرجات من صفر حتى ٣٦٠° . أما الإحداثية الأخرى ، العرض البروجى B ، فتقاس من دائرة البروج على طول دائرة الطول المارة بالجرم السماوى بالدرجات ، وتكون موجبة فى إتجاه القطب الشمالى وسالبة فى إتجاه القطب الجنوبى .

يتضح من الأرصاد أن المستوى الأساس فى كل من النظام الإستوائى والنظام البروجى أى مستوى الإستواء الأرضى والمستوى البروجى على التوالى لا يظلان ثابتين بل إن لهما زحزحة كونية ودورية ناشئة من ⟵ السبق والترنح . وتبعا لزحزحة المستويات الأساسية وما ينشأ عنه من تغيير فى موقع نقط الدليل فإن إحداثيات نقطة ما بذاتها على الكرة السماوية تتغير بمرور الزمن . لهذا فإن إحداثيات جرم سماوى تتطلب أيضا معلومات دقيقة عن وضع المستوى الأساسى وعن نقطة الدليل . وغالبا ما تُنسب الإحداثيات إلى مستوى أساس متوسط لحقبة معينة مثلا يقال بالنسقة لاعتدال معين كالبداية الفلكية لسنة محددة ، مثلا ١٩٥٠ . على أن تعطى هذه الحقبة كرمز مع الإحداثيات مثل α_{1950} .

(٤) النظام المجرى :

يستخدم غالبا فى دراسة توزيع النجوم فى مجرة سكة التبانه نظاما من الإحداثيات يكون فيه مستوى التماثل لتوزيع النجوم الظاهرى بمثابة المستوى الأساسى . ويقطع هذا المستوى الكرة السماوية فى دائرة كبرى (مستوى الإستواء المجرى) قريبة من الخط المتوسط فى سكة التبانه . ويتم التحديد الدقيق لهذا المستوى وكذلك قطبيه عن طريق الدراسات الإحصائية والراديوية . وقد تحددت النقطة α = ١٢^س ٤٩^ق ، δ = ٢٧٫٤° كقطب شمالى مجرى (حقبة ١٩٥٠) . والإحداثية الأولى فى هذا النظام هى الطول المجرى ويقاس من إتجاه مركز المجرة إلى نقطة تقاطع دائرة الطول المجرية التى تمر بالجرم السماوى مع مستوى الإستواء المجرى وفى نفس الإتجاه مثل المطلع المستقيم وبالدرجات . أما الإحداثية الثانية العرض المجرى b فيقاس فى إتجاه عمودى من مستوى الإستواء المجرى بالدرجات موجبة فى إتجاه القطب الشمالى وسالبة فى إتجاه القطب الجنوبى . ويتحدد الإتجاه إلى مركز المجرة بالإتجاه إلى المنبع الراديوى القوس والرامى A . ولما كان الطول المجرى

يقاس من نقطة تقاطع مستوى الإستواء المجرى مع مستوى الاستواء السماوى حتى عام ١٩٥٠ فإن الإحداثيات المجرية القديمة تُميز بعلامة II خلف الأعداد وإلى أعلى أما الإحداثيات الحديثة فتميز بعلامة I خلف الأعداد وإلى أعلاها لكل من ℓ ، b . وتقابل النقطة L^{II} = صفر ، b^{II} = صفر (إتجاه مركز المجرة) فى النظام القديم ℓ^{I} = ٣٢٧٫٦٩° ، b^{I} = -١٫٤٠° .

يمكن وصف موقع جرم سماوى بطرق مختلفة بمعلومية زوج من الإحداثيات فى نفس النظام . وتوجد إمكانية تحويل إحداثيات نقطة من نظام إلى آخر . ونعطى هنا فقط المعادلات التى تسمح بحساب الميل δ وزاوية الساعة τ بمعلومية كل من

الارتفاع h والسمت a المقاسين والعكس وذلك إذا عرفنا العرض الجغرافى φ لمكان الرصد

$$\sin a \cos h = \cos\delta \sin\tau$$
$$\sin h = \sin\delta \sin\varphi + \cos\delta \cos\tau \cos\varphi$$
$$-\cos a \cos h = \sin\delta \cos\varphi - \cos\delta \cos\tau \sin\varphi.$$

الإحداثيات الإستوائية

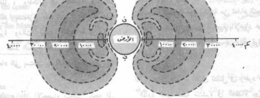
equatorial coordinates
coordonnées equatoriales *(pf)*
äquatorial Koordinaten *(pf)*

نوع من الاحدثيات الفلكية ⟵ الإحداثيات

الأحزمة الإشعاعية

radiation belts
ceintures de radiation *(pf)*
Strahlungsgürtel *pm)*

منطقتان تحيطان بالأرض على شكل حزام توجد فيه على وجه الخصوص كثير من جسميات ⟵ الأشعة الكونية (الشكل). أكتشف الأحزمة الإشعاعية فان ألن عام ١٩٥٨ على أساس قياسات الأقمار الصناعية. وتتأرجح إرتفاعات الأحزمة الإشعاعية. فبيما وجدت الداخلية منها على إرتفاعات بين ١٠٠٠ إلى ٦٠٠٠ كم توجد الخارجية منها على إرتفاعات بين ١٥٠٠٠ إلى ٢٥٠٠٠ كم فوق سطح الأرض. وفى كلا الحالتين فإننا نعنى أقصى شدة إشعاع. وليست الأحزمة الإشعاعية واضحة التحديد تماما. ولكنها تمثل مناطق أعلى فى إشعاعها عما يجاورها. تنشأ الأحزمة الإشعاعية من إقتناص المجال المغناطيس الأرضى لجسميات الأشعة الكونية (البروتونات والإليكترونات) وتخزينها. يغلب فى الحزام الداخلى وجود البروتونات عالية الطاقة، بيما يتكون الحزام الخارجى فى الغالب من إليكترونات ذات طاقة موزعة على نطاق واسع. وتتذبذب الجسميات بسرعات عالية على طول خطوط المجال بين قُطبى المغناطيس الأرضى هنا وهناك. وقد أعطت القياسات كثافات تبلغ حوالى ٥٠٠٠٠ جسيما لكل سم٣ فى الثانية عند أقصى شدة للأحزمة الأشعاعية، أما دون ذلك فإن شدة الإشعاع فى الأحزمة الخارجية متغيرة بشدة مع الزمن وثابته نسبيا فى الأحزمة الداخلية. وتشكل الأحزمة الإشعاعية أحدى مكونات ⟵ مجنيتو سفير الأرض.



رسم تخطيطى لمتساويات شدة الإشعاع الكونى فى مستوى زوال الأرض. وشدة الاشعاع فى المناطق؛
البيضاء من ١٠ إلى ١٠٠ جسيم. سم$^{-2}$. ث$^{-1}$
الرمادية الفاتحة من ١٠٠ إلى ١٠٠٠ جسيم سم$^{-2}$. ث$^{-1}$
الرمادية المتوسطة من ١٠٠٠ إلى ١٠٠٠٠ جسيم سم$^{-2}$. ث$^{-1}$
الرمادية الداكنة أكثر من ١٠٠٠٠ جسيم سم$^{-2}$. ث$^{-1}$.

أحزمة فان ألن

Van Allen belts
ceintures de Van Allen *(pf)*
Van Allen Gürtel *(pm)*

←——— الأحزمة الإشعاعية للأرض

الإحصاء النجمى

stellar statistics
statistique stellaire *(sf)*
stellar Statistik *(sf)*

هو أحد مجالات الفلك ويأخذ على عاتقه دراسة المجموعات النجومية من حيث ظروف حركاتها الداخلية وكذلك توزيعها فى الفضاء. وتحتل أبحاث سكة التبانه مكان الصدارة فى هذه الدراسات. ولما كانت مجموعة نجومية ما تحتوى على عدد يصل حتى ١٠٠ بليون نجم فإنه يبدو من غير الممكن معاملة كل نجم على أنه جسم قائم بذاته، أى تحديد خواص كل نجم ومكانه وسرعة حركته فى الفضاء على حده. من هنا كان لابد من الاستعانة بالطرق الإحصائية التى تفسح فيها الخواص الذاتية لكل جسم المجال للخواص الوسط لجميع الأجسام. تكون المصنفات النجومية الكبيرة أسس الإحصاء النجمى وخصوصا تلك التى تحتوى على عدد كبير من النجوم. ومن مادة الأرصاد هذه يتم إنتقاء مجموعات لها خصائص واحدة مثل اللمعان المطلق، والمكان فى الفضاء وظروف الحركة ... إلخ ويستخرج عدد النجوم التى لها هذه الصفة المميزة وذلك لوحدة المساحة. ويمثل ←——— عدد النجوم الذى نحصل عليه بهذه الطريقة الأبعاد التى يستعين بها الاحصاء النجمى فى دراساته.

على الرغم من أن الاحصاء النجمى يتجه إلى إحتواء جميع النجوم فى السماء بقدر الإمكان إلا أنه يصطدم بصعوبات لا يمكن تفاديها إذ يزداد عدد النجوم بدرجة كبيرة مع النقص فى اللمعان الظاهرى. ولو إعتبرنا عدد النجوم الكلى فى السماء ٣٠٠٠ حتى القدر السادس فإن عددها حتى القدر ١٢ يبلغ حوالى مليون وعددها حتى القدر ١٨ يصل حوالى ١٥٠ مليون. من هنا فإنه يُقتصر تبعا لإقتراح العالم الفلكى «كبتِين» على بضع ←——— حقول مختارة وموزعة بإنتظام فى السماء ويتم تحديد أعداد النجوم لكل منها. على أن ما ينتج من مادة الرصد هذه من قيم يمكن أن تكون ممثلة لكل الكرة السماوية، على الرغم من أن الجزء الذى تغطية الحقول المختارة من السماء صغير جدا. إن أحد المهام الرئيسية للإحصاء النجمى هى إستنتاج كثافة النجوم فى الفراغ، أى عدد النجوم فى وحدة الحجم. وأكبر ما يهمنا فى هذا الشأن هو توزيع الكثافة فى المنطقة القريبة من الشمس. وكان من الممكن أن تكون هذه المهمة سهلة إلى حد ما لو أن كل النجوم لها نفس اللمعان المطلق، إذ فى تلك الحالة يصبح اللمعان الظاهرى مقياسا لأبعاد النجوم، وتكون كثافة النجوم متناسبة مع عددها الذى نشاهده. لكننا نعرف أن اللمعان المطلق للنجوم متناثر فى نطاق عريض وعندما ننتقل فى أثناء تعداد النجوم من لمعان ظاهرى m إلى اللمعان الأقل منه فإننا نجد، حتى على الأبعاد الصغيرة نسبيا من الشمس، نجوما لا يحتويها هذا اللمعان بسبب خفوت إشعاعها. أى أن إستنتاج كثافة النجوم فى الفضاء ليس ممكنا بدون تحفظات من التعداد الظاهرى لهذه النجوم. ومن البداية يمكن حساب قيمة النجوم الخافتة من تعداد النجوم وذلك إذا كان الشيوع النسبى للنجوم بالإعتماد على اللمعان المطلق معروفا، أى ←——— دالة قوة الإشعاع معروفة.

هناك صعوبة أخرى تتمثل فى وجود سحب من المادة الغير نجمية منتشرة فى الفضاء بين النجوم. وتمتص هذه السحب جزءا من ضوء النجوم الموجودة خلفها فتظهر بذلك أضفت مما هى فى الحقيقة. ولما كانت قيمة إضعاف الضوء عموما غير معروفه فإننا لا نستطيع إستنتاج المسافات بمعرفة اللمعان المطلق. يؤثر ذلك فى حالة سكة التبانه فتبدو كثافة النجوم صغيرة

إذا لم نتدارك الإمتصاص غير النجمى ، وذلك لأن النجوم تبدو أبعد مما هى فى الحقيقة . إن توزيع السحب الغير نجمية والداكنة غير موحد أى أن هناك إختلاف فى الكثافة على المستوى الكبير غير الذى نحصل عليه من علاقات التأثير على اللمعان الظاهرى وتبعا لإقتراح «كبتِين» فإننا نسير على طريقة حسابية خاصة لتعيين كثافة النجوم مع مراعاة وجود تلك المادة التى بينها وتسمى هذه بطريقة «كبتِين» . وفى هذا الشأن توضع بعض الافتراضات عن التوزيع الفضائى للنجوم ، وعن دالة قوة الإشعاع (التى تختلف مع المكان) وعن توزيع مادة ما بين النجوم . ثم يتم بعد ذلك لوحدة المساحة حساب عدد النجوم التى لها لمعان ظاهرى معين ، أى عدد النجوم التى يمكن أن نشاهدها تحت الفروض الموضوعة ثم نقارن هذه الأعداد مع الأعداد التى نشاهدها فعلا .

ونظل نغير فى الافتراضات حتى يتطابق العدد المرصود فعلا مع العدد المستنتج نظريا . وليس هذا دائما ممكنا تماما وبوضوح ، إذ لابد فى هذه الحالات من إجراء فحوص مكملة . وترجع ميزة الطريقة إلى إمكانية إكتشاف التأرجحات المحلية فى الكثافة . وإذا ما أخذنا علاوة على ذلك الفرض الإحصائى النجمى مجموعات نجومية خاصة ، لها نفس الخواص الفيزيائية مثل النوع الطيفى أو أى متغير آخر ، فإنه ينتج من ذلك إستنتاجات أكثر حدة ودلالة وذلك بسبب التغاضى عن إفتراضات نموذج دالة قوة الإشعاع . ولهذه الأغراض تُختار بالتحديد النجوم التى تتساوى أو تتقارب فى لمعانها المطلق .

تعتمد معلوماتنا عن سكة التبانه على نتائج الإحصاء النجمى ، وذلك لأن جزاء كبيرا مما نعرفه عن هذه المجموعة جاء إلينا من الدراسات الإحصائية النجمية لكثافة النجوم وعلاقات حركاتها فى الفضاء . لكنه لابد من الإعتراف بأننا نحصل على معلومات مؤكدة فقط نعن المنطقة القريبة من الشمس . ويرجع ذلك إلى أنه فى إحصاء النجوم عندما تنتقل إلى لمعان أقل نتدارك بدرجة أكبر النجوم ذات اللمعان المطلق الأعلى ، لأن النجوم الأخفت فى لمعانها المطلق توجد على مسافات أبعد ولا يمكن تداركها . بهذا فإن أعداد هذه النجوم لا تمثل كل الحقل النجمى . ومن ناحية أخرى فإن كثافة مادة ما بين النجوم تزداد بالاتجاه إلى مركز مجرة سكة التبانه بدرجة تزيد كثيرا من صعوبة تعداد النجوم فى هذا الإتجاه وسبب ثالث هو أنه بنقص اللمعان الظاهرى حتى اللمعان الذى جرى به إحصاء النجوم فإن الفضاء الجديد يزداد فى حجمه إضطراديا دائما . ويتمثل هذا الفضاء بمخروط منفرج زاوية رأسه مساوية لقيمة الحقل المُختار . والمتوسطات الإحصائية لا تمكننا بهذا من إستنتاج دقائق فى توزيع الكثافة .

ويرجع الفضل فى معلوماتنا عن التوزيع الظاهرى والفضائى للمجموعات النجمومية الخارجية إلى الإحصاء النجمى فى المقام الأول .

الإختلاف الإستوائى الأفق للمنظر

equatorial horozontal parallax
parallaxe horozontale equatoriale *(sf)*
äquatorial - horizontal Parallaxe *(sf)*

إختلاف المنظر .

الإختلاف القمرى

equation of the center
inégalité de la lune *(sf)*
Ungleichung des Mondes *(sf)*

إضطراب فى ← حركة القمر .

إختلاف المنظر للشمس

solar parallax
parallaxe solaire *(sf)*
Sonnenparallaxe *(sf)*

هو الزاوية التى يرى عليها نصف القطر الإستوائى للأرض عند مركز الشمس ، وأدق قيمة لإختلاف منظر الشمس تقدر بنحو ٨,٧٩٤١٨١ . ولما كان نصف القطرا الإستوائى للأرض معروف بالمقياس

الطولى – ٦٣٧٨٫٣٨٨ كم – فإنه ينتج من ذلك ومن إختلاف منظر الشمس وبعلاقة هندسية بسيطة بعد الشمس عن الأرض بالوحدات الطولية . وتدخل هذه المسافة فى القياسات الهامه لمسافات النجوم بطرق مباشرة أو غير مباشرة (←—— إختلاف المنظر) . ولتعيين أبعاد النجوم فإننا نقيس أساسا إختلاف المنظر النجمى فى السماء الناتج عن حركة الأرض فى مدارها حول الشمس . ومن قيمة هذا الإختلاف ومقدار المسافة بين الأرض والشمس نستنتج مسافة النجم . وربما إنتقلت من هنا الأخطاء التى قد تكون موجودة فى إختلاف المنظر للشمس إلى تقديرات مسافات النجوم والمجموعات النجومية الأخرى . لهذا يجب مراعاة الدقة الكافية فى تعيين إختلاف المنظر للشمس حتى نتفادى التزييف الممكن حدوثه فى مسافات النجوم .

إن التعيين المباشر لإختلاف المنظر للشمس وبالتالى المسافة بين الأرض والشمس من الناحية العملية غير ممكن . اذ لابد فى هذه الحاله من رصد نفس النقطة على قرص الشمس أو حافتها من نقطتين على سطح الأرض معروف المسافة بينها . ويتعذر تعيين ذلك بالدقة الكافية نظر لأن حافة الشمس فى حركة دائمة بسبب عدم إستقرار الهواء . من أجل هذا السبب يُستخدم فى التعيين الدقيق لإختلاف المنظر الشمسى طرقا غير مباشره . وعلى أساس قانون كبلر الثالث يمكن تقدير فارق الأبعاد النسبية داخل المجموعة الشمسية بدقة كبيرة إذ أن فترة دوران الأجسام السماوية حول الشمس وكذلك الأبعاد النسبية بين هذه الأجسام يمكن إستنتاجها بدقة . ومن خلال القياسات المطلقة لُبعدٍ بذاته داخل المجموعة الشمسية يمكن تحويل الأبعاد النسبية إلى أبعاد مطلقة . بذلك يمكن أيضاً الحصول على البعد بين الشمس والأرض الذى نبحث عنه على سبيل المثال بالكيلو مترات . أى أن ذلك يعتمد فقط على تحديد البعد المطلق لأى جسم فى المجموعة الشمسية عن الأرض . من أجل هذا تطورت طرقا دقيقة يتم بواسطتها تعيين مسافات الكواكب والكوكبات التى تقترب على وجه الخصوص من الأرض كثيرا . فكلما إقترب الجسم السماوى من الأرض كلما إزداد إختلاف منظره مع ثبات البعد بين مكانى الرصد على سطح الأرض ، أى إزدادت الزاوية بين الخطين الواصلين من الجرم السماوى إلى كل من نقطتى الرصد على الأرض ، وبذلك تزداد الدقة التى تقاس بها هذه الزاوية . مثل هذه الأرصاد ، للكواكب والكويكبات ، تمتاز بكون هذه الأجسام أقل لمعانا وأكثر وضوحا فى تحديدها عن الشمس ، الشئ الذى يعمل على زيادة دقة القياس كثيرا . وفى هذا المجال فإن أدق ما نتج من قيم هى للكويكب إيروس ، الذى إقترب من الأرض أثناء الإستقبال الشمسى عام ١٩٣٠/١٩٣١ إلى مسافة ١٧ر٠ وحدة فلكية . ولا يقترب من الكواكب إلى مسافة قريبة من الأرض إلا المريخ والزهرة ، إلا أن الدقة فى إستخدامها لتعيين الأختلاف الشمسى للمنظر أقل نسبيا من إستخدام إيروس .

وحاليا فإن أكبر دقة لتعيين الإختلاف الشمسى للمنظر نحصل عليها بواسطة تكنيك الرادار (←—— طريقة صدى الراديو) . وفى هذا الشأن فإننا نبعث من الأرض نبضة راديوية ويتم رصد صداها المنعكس على كوكب ما أو على القمر . وبمعلومية الزمن الذى تطلبته النبضة الراديوية فى قطع المسافة بين الأرض والجسم العاكس والعودة ثانية إلى الأرض وكذلك سرعة الموجات الكهرومغناطيسية (سرعة الضوء) ، يمكن مباشرة تعيين مسافة الجسم . ثم عن طريق قانون كبلر الثالث تنتج المسافة بين الأرض والشمس . هذا ويصطدم التنفيذ العملى بعديد من الصعوبات ، لأن النبضات الراديويه تتغير بعد الإنعكاس وتضعف بشدة . وعلى الرغم من ذلك فإن الدقة التى نحصل عليها كبيرة جدا .

تبلغ أدق قيمة لمتوسط المسافة بين الأرض

والشمس والتي تم إستنتاجها من أرصاد الرادار على عطارد والزهرة هي ١٤٩٥٩٧٨٩٢ كم بخطأ قدره من ٢ إلى ٥ كم . (وتستخدم عالميا القيمة ١٤٩٦٠٠٠٠٠كم كوحده فلكية وذلك عند القيام بتعيين المسافات فى المجموعة الشمسية أو للنجوم المزدوجة) .

إختلاف منظر الدوران

rotational parallax
parallaxe de rotation *(sf)*
Rotationsparallaxe *(sf)*

← إختلاف المنظر

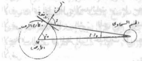
إختلاف المنظر

parallax
parallaxe *(sf)*
Parallaxe *(sf)*

(١) الزاوية بين خطين يصلان إلى نقطة واحدة من مكانين مختلفين ، أى الزاوية التى تقابل الخط (القاعدة) الواصل بين مكانين مختلفين عند النقطة المحصورة . ومع ثبات طول القاعدة فإن إختلاف منظر نقطة ما يأخذ فى الصغر كلما بعدت هذه النقطة عن القاعدة . لذلك يمكن تعيين المسافات بواسطة قياس إختلاف المنظر . ولهذا السبب نفهم فى الفلك تحت إصطلاح إختلاف المنظر أيضا

(٢) بعد أى جرم سماوى .

يحدث تغيير فى مكان الراصد بالنسبة لجرم سماوى معين بواسطة (١) دوران الأرض ، (٢) حركة الأرض حول الشمس ، (٣) حركة الشمس ومعها مجموعة الكواكب بالنسبة للنجوم القريبة . ونتيجة هذه التغيرات الدائمة فى مكان الراصد فإن مساقط الأجرام السماوية على السماء تختلف بإستمرار . ويسمى ما ينتج عن ذلك من إختلاف فى المكان **بحركة إختلاف المنظر** . وحسب الأسباب الثلاثة لإختلاف المنظر فإننا نميز بين ثلاثة أنواع لحركة إختلاف المنظر وثلاثة أنواع لاختلاف المنظر .



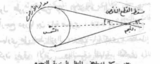
الاختلاف اليومى للمنظر ويساوى الفرق بين المسافة السمتية لجرم سماوى كما يراه راصد من على سطح الأرض والمسافة لنفس الجرم السماوى عند مركز الأرض .

(١) **الإختلاف اليومى للمنظر** ، وهو الزاوية المقاسة عند الجرم السماوى فى المجموعة الشمسية بين كل من الإتجاه إلى مركز الأرض وإلى راصد على سطحها . وبسبب حركة المشاهد اليومية نتيجة دورانه حول محور الأرض فإن الإختلاف اليومى للمنظر يتأرجح دوريا بين نهاية صغرى ، عندما يتواجد الجرم السماوى على خط الزوال ، وبين نهاية كبرى ، عندما يكون فوق الأفق . وبالنسبة للنهاية الكبرى ، **الإختلاف الأفقى للمنظر** · π فإن $\pi = \frac{a}{r}$ وذلك عندما يكون a نصف قطر الأرض ، r البعد بين مركزها وبين الكوكب . يبلغ الإختلاف اليومى للمنظر فى حالة الشمس فى المتوسط ٨٫٧٩ً بينما نظيره صغير جدا بالنسبة للنجوم الأخرى وذلك بسبب بعد النجوم الهائل . ونظرا لقرب القمر الشديد من الأرض ، فلابد من مراعاة إختلاف شكل الأرض عن الكره ، أى إختلاف طول القاعدة من مركز الأرض إلى مكان الراصد بالنسبة للعروض الجغرافية المختلفة . تبلغ أكبر قيمة لاختلاف منظر القمر ، أى **الاختلاف الأفقى الإستوائى** حوالى ٣٤٢٢٫٤٥ ، وتحدث عندما يتواجد القمر فى أفق المكان على خط الإستواء .

من رصد الأجرام السماوية ، أفراد المجموعة الشمسية ، تنتج مواقع مختلفة للجرم السماوى على الكرة السماوية ، وذلك إذا أخذنا الأرصاد من أماكن مختلفة على سطح الأرض . وحتى يمكن مقارنة هذه الأرصاد ببعضها ننسبها جميعا إلى مركز

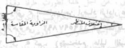
الأرض ، أى أننا ننتقل بالإحداثيات من على سطح الأرض إلى مركزها ، الشئ الذى يتم بإضافة الاختلاف اليومى فى المنظر إلى الإحداثيات على سطح الأرض .

(٢) الإختلاف السنوى للمنظر : وهو الزاوية المقاسة عند جرم سماوى بالثوانى القوسية بين كل من الإتجاه إلى الأرض وإلى الشمس . فتبعا لحركة الأرض السنوية حول الشمس تتغير قيمة الزاوية دوريا . ولما كان نجم ما يُرى مُسقطا على السماء من نقط مختلفة فى مدار الأرض فإن النجم يصنع ظاهريا على الكرة السماوية قطع ناقص يقطعه النجم خلال



(٢) حركة إختلاف المنظر السنوية للنجوم .

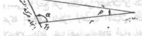
عام . وإذا ما تواجد النجم فى دائرة البروج ، فإن القطع الناقص يتحول إلى خط ، أى أن الإختلاف السنوى لمنظر النجم يتأرجح هنا وهناك . وإذا تواجد النجم فى القطب من دائرة البروج فإن القطع الناقص يتحول إلى دائرة . وفى المعنى الدقيق فإن نصف القطر الأكبر (مقاسا بالثوانى القوسية) فى القطع الناقص يسمى بالإختلاف السنوى للمنظر . وهذا عبارة عن الزاوية التى يبدو عليها نصف القطر الأكبر لمدار الأرض من النجم . بذلك نحصل على إمكانية سهلة لقياس الإختلاف السنوى للمنظر : إذا قسنا نصف القطر الأكبر فى قطع إختلاف المنظر الناقص على الكرة السماوية ورمزنا لطول نصف القطر الأكبر لمدار الأرض بالرمز a وإلى بعد النجم بالرمز r فإن إختلافُ المنظر π يعطى بالعلاقة حا $\pi = \frac{a}{r}$ $\sin \pi = \frac{a}{r}$ ولما كان الإختلاف السنوى للمنظر ، بسبب صغر الزاوية ، يتناسب تقريبا تناسبا عكسيا مع بعد النجم



(٣) لتوضيح فكرة تعيين إختلاف المنظر .

عن الشمس ـ مع زيادة المسافة تقل قيمة إختلاف المنظر والعكس ـ فإن هذه القاعدة تستخدم لتعيين أبعاد النجوم . فمثلا إذا كان البعد بين الشمس والنجم $3{,}0856 \times 10^{13}$ كم فإن الإختلاف السنوى للمنظر يصبح ثانية قوسية واحدة . لذلك تسمى هذه المسافة بثانية إختلاف المنظر أو البارسك وتستخدم كوحدة قياس طويله فى الفلك النجمى . وبين الإختلاف السنوى للمنظر π بالثوانى القوسية بالنسبة لنجم ما وبين بعده r بالبارسك تنطبق العلاقة $r = \frac{1}{\pi}$. ومن ناحية الرصد فإنه يمكن قياس إختلاف سنوى فى المنظر أكبر من حوالى $0{,}01''$.

(٣) الإختلاف الحقى للمنظر : تتحرك الشمس ومعها كل مجموعتها الكوكبية بالنسبة للنجوم القريبة بسرعة حوالى ٢٠ كم ث . ولو رصدنا الشمس من على نجم آخر فإنها تُرى فى زمنين مختلفين فى منطقتين مختلفتين من مدارها . ويحصر إتجاهى الرصد عند النجم زاوية تسمى بالإختلاف الحقى للمنظر . وتزداد قيمة الإختلاف الحقى للمنظر دائما مع طول الفترة الزمنية بين النقطتين . ومع الشمس فى حركتها تشترك الكواكب والأرض أيضا ، التى تُرى منها النجوم مسقطة على الكرة السماوية . وتنعكس حركة الشمس فى إزاحة للنجم على الكرة السماوية أى خلال حركة ذاتية . إلا أنه لابد أن نأخذ فى الإعتبار أن النجم المنسوب إليه الحركه له أيضا حركة ذاتية


(٤) الإختلاف الحقى للمنظر .

حقيقية ، بحيث أنه فى حالة نجم واحد فقط لا يمكننا التمييز بين الجزء من الحركة الذاتية الناشئ فعلا من حركة النجم ذاته والجزء الآخر الذى مصدره إختلاف فى المنظر .

ولما كانت قيمة الإختلاف فى المنظر تعتمد على بُعد الجرم السماوى ، لذلك فإن إختلاف المنظر يمكن إستخدامه فى **تعيين المسافات** فى حالة النجوم ، إذا عرفنا فقط طول القاعدة . وهذه هى نفس الطريقة التى تستخدم فى أعمال المساحة لقياس المسافات على سطح الأرض . فعند كل من نهايتى قاعدة تقاس الزاوية بين مكان الهدف المراد تحديد مسافته وبين نقطة النهاية الأخرى للقاعدة . ومن هاتين الزاويتين ومن طول القاعدة يمكن إستخراج الزاوية عند النقطة H وكذلك إختلاف منظرها بالنسبة للقاعدة ثم يمكن حساب البعد بين النقطة H والقاعدة . ولا يمكن إستخدام الإختلاف اليومى للمنظر فى تعيين أبعاد النجوم ، لأن القاعدة المقامة ، أى قطر الأرض صغير جدا ، لدرجة أن إختلاف المنظر اليومى لنجم ما يصبح صغيرا بدرجة تجعل قياسه صعبا ، وذلك نظرا لبعد النجم الشديد . فى مقابل ذلك يمثل قياس الإختلاف السنوى للمنظر إمكانية أحسن لتعيين مسافات النجوم . ويتطلب هذا أن يكون نصف القطر الأكبر لمدار الأرض حول الشمس ، والذى يبلغ حوالى ١١٠٠٠ مرة أكبر من قطر الأرض ، معروفا بدقة بالغة ، ولتحديد هذا الطول نقيس إختلاف منظر الأجرام السماوية فى المجموعة الشمسية ، والتى يمكن أن نعين لها القاعدة بدقة متناهية على سطح الأرض (← إختلاف المنظر للشمس) .

بالتحديد فإننا نميز فى تعيين مسافات النجوم بين طريقتين ، المطلقة (الأولية) والنسبية (الثانوية) . فى الطرق الأولية أو المطلقة ، التى ينتمى إليها ما يلزم لتعيين كل من إختلاف المنظر الهندسى والحقى والنجمى والديناميكى نحصل على بعد الشمس مباشرة ، بدون معرفة ضرورية بأبعاد نجوم أخرى . ويختلف الوضع بالنسبة للطرق النسبية أو الثانوية ، التى ينتمى إليها طرق تعيين إختلاف المنظر الفوتومترى والدورانى ، فهذه تستلزم معرفة مسافات نجوم أخرى .

(١) إختلاف المنظر الهندسى :

إن أساس تعيين إختلاف المنظر الهندسى هو شكل الإختلاف السنوى لمنظر النجوم . فنعين لذلك قطع إختلاف المنظر الناقص للنجم المراد ، والذى ينشأ من حركة الأرض حول الشمس كالآتى : نعين قطع إختلاف المنظر بالنسبة للنجوم المجاورة خافتة الضوء . ويمكن الإفتراض بأن هذه النجوم تصنع لبعدها الشديد إختلاف منظر صغير جدا بدرجة تمكن من إهماله ، بدون أن تتأثر قياسات إختلاف منظر النجم تحت الإختبار . يعطى نصف القطر الأكبر لقطع إختلاف المنظر ما نبحث عنه من إختلاف منظر النجم ومنه نستخرج بعد النجم بمعونة نصف قطر مدار الأرض المعروف . أما الخطأ المتوسط فى تعيين نصف القطر الأكبر فى قطع إختلاف المنظر فيمكن بمساعدة طرق الأرصاد والتحليل الحديثة أن ينخفض إلى ± ٠٫٠٠٣ ، وبمقارنة أرصاد قياس المسافات لنفس النجم من مراصد مختلفة نحصل على خطأ أكبر من ذلك بعض الشئ ، هو حوالى ± ٠٫٠١ وعليه فإن حدود تطبيق هذه الطريقة تقف حاليا عند النجوم التى لا يزيد بعدها عن ١٠٠ بارسك . وتعتبر هذه الطريقة أهم الطرق نظرا لخلوها من أية إفتراضات .

كان أول قياس لإختلاف المنظر الهندسى فى عام ١٨٣٨/١٨٣٩ وهو ما قام به « بيزل » للنجم ٦١ ـ الدجاجه . وحتى الآن فإننا نعرف إختلاف المنظر الهندسى لحوالى ٧٥٠٠ نجم ، وإن كان نصف هذا العدد يقع تحت الخطأ المتوسط . وأكبر إختلاف منظر هندسى هو ٠٫٧٦٢ أى ما يقابل بُعدا قدره ١٫٣١ بارسك للنجم الأقرب القنطورى و ٠٫٧٥١ ،

للنجم ألفا القنطورى الذى يوجد على بعد ١٫٣٣ بارسك .

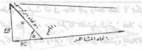
(٢) الاختلاف الحقيقى للمنظر :

إن حركة إختلاف منظر النجوم فى السماء ، التى تنشأ من حركة الشمس بالنسبة لمجموعة النجوم القريبة يمكن إستخدامها لتعيين مسافات تلك النجوم . ولما كان من الصعب الفصل بين الإختلاف الحقيقى والحركة الذاتية للنجم ، فإن هذه الطريقة تُطبق فقط فى حالة مجموعات النجوم . وفى هذا الشأن لابد من إفتراض أن مجموعة النجوم المراد قياس إختلاف منظرها تقع على نفس المسافة منا وأن حركتها فى داخل المجموعة من ناحية القيمة والإتجاه على غير نظام ، أى عندما نأخذ المتوسط فإن هذه القيم تتلاشى مع بعضها بحيث يبقى الإختلاف المتنظم للمنظر فقط ، والذى تسببه حركة الشمس . من سرعة الشمس v يمكن حساب المسافة المقطوعة بين الزمنين T_1 ، T_2 . علاوة على ذلك فإن المسافة الزاوية α لنجم من المجموعة بين إتجاه النجم وإتجاه نقطة ثابته فى مدار الشمس ممكنة القياس . وبهذا نستطيع إستنتاج إختلاف المنظر p على السماء الذى يساوى الزاوية p بين الإتجاهين من النجم إلى النقطتين فى مدار الشمس ، وبالمثل فإن المسافة المتوسطة r تعطى بالعلاقة

$$r = v(T_2 - T_1)\,\frac{\sin\alpha}{\sin p}.$$

(٣) إختلاف منظر تيار النجوم :

ويقاس هذا أيضا على أساس الطريقة الهندسية . وتعتمد هذه الطريقة على الإتجاه والسرعة لحركة نجوم حشد نجومى متحرك يمكن إفتراضه كتيار من النجوم . فى أرصاد متباعدة زمنيا بدرجة كافية يمكن بطريقة سهلة نسبيا تعيين الحركة الذاتية لأفراد الحشد . كما يمكن أيضا قياس المسافة الزاوية α للنجم تحت الإختبار وذلك من إتجاه المستقر ، أى إتجاه حركة الحشد . وإذا ما عرفنا كذلك السرعة v للحشد ككل فى الفضاء فإننا نستطيع بهذه المعلومات تعيين



(٥) إختلاف منظر تيا رر النجوم .

مسافة النجم . وبالنسبة للمسافة EB المقطوعة فى الثانية الواحدة عموديا على الخط الواصل بين النجم والمشاهد فإنه ينطبق : $EB' = v \cdot \sin\alpha$.

ومن الفارق الزمنى بين الرصدتين اللازمتين لقياس الحركة الذاتية ، نحصل بجانب حركة النجم الذاتية ، أى المسافة المقطوعة على الكرة السماوية ، أيضا على المسافة التى قطعها النجم فى الفضاء . ويلزم لذلك فقط أن نضرب EB فى فارق الزمن ومن الحركة الذاتية مقاسة بالمقياس الطولى مرة ومقاسة بالزاوية مرة أخرى تنتج مسافة النجم بعلاقة هندسية بسيطة . ولابد فى هذه الطريقة من تحديد السرعة v للحشد فى الفضاء ولو لنجم واحد على الأقل وذلك بقياس كل من حركته الذاتية وسرعته الخطية .

إن إختلاف منظر تيار النجوم مؤكد إلى حد ما نظرا للحركة الذاتية الكبيرة نسبيا لأفراد الحشد ، والتى يمكن قياسها بسهولة ودقة وكذلك نظرا للدقة المعروف بها مستقر حركة الحشد . ويبلغ الخطأ المتوسط فى هذه الطريقة حوالى من ٢٠ إلى ٥٠ ٪ وتحدث فقط أخطاء حاسمة إذا أُعتبر نجم مجالى كفرد من الحشد . يصل عدد النجوم التى تم تحديد أبعادها بهذه الطريقة بضع مئات ويبلغ مدى الطريقة إلى مسافة ٥٠٠٠ بارسك . وقد تم بهذه الطريقة تعيين مسافة نجوم الثريا وتبلغ ١٢٦ بارسك . وكان «بوس» فى عام ١٩٠٨ أول من قاس إختلاف منظر تيار النجوم وذلك على حشد القلاص .

(٤) الإختلاف (الإفتراضى) الديناميكى للمنظر :

فى حالة المزدوجات البصرية ، التى نعرف فيها

مدار التابع حول النجم الرئيسى ، يمكن تحديد المسافة مباشرة ، عندما نعرف من الأرصاد الطيفية سرعة التابع فى مداره . فمن زمن الدوره وسرعة الدوران فى المدار تنتج المسافة المتوسطة بالقياس الطولى ، ومن البعد الخطى والبعد الزاوى بين النجمين نحصل على المسافة بين المزدوج والأرض . ولا يمكن فى حالة كثير من المزدوجات البصرية تحديد سرعة الدوران فى المدار طيفيا ، لكنه من الممكن بالنسبة لهذه النجوم وعلى أساس إفتراضات متفق عليها ، إستنتاج المسافة المتوسطة a بين النجمين بالوحدات الفلكية ، وذلك بتطبيق قانون كبلر الثالث

$$a^3 = (M_1 + M_2)\ P^2.$$

حيث M_1 ، M_2 هما كتلتى النجمين بوحدات الشمس بينما p هى زمن دورة التابع حول النجم الرئيسى بالسنين . ويمكن تعيين زمن الدورة بدقة بالغة ، إلا أن الكتل غير ممكن تحديدها مباشرة ، ولذلك لابد من بعض الإفتراضات المعقولة عن الكتلة . فعلى سبيل المثال يمكن التصرف فى ذلك بإستخدام الكتل المناظرة للنوع الطيفى ، أو بإفتراض أن كتلة كل من فردى المزدوج قدر كتلة الشمس . ومما نحصل عليه بهذه الطريقة من تقديرات للمسافة بين النجمين ومن المسافة الزاوية بينهما نستنج بُعد المزدوج .

تزداد دقة هذه الطريقة كلما زادت الدقة فى تحديد عناصر مدار المزدوج البصرى ، إلا أنها محدودة فى مداها بضرورة أن يُرى النجم كمزدوج عضوى . من هنا فإن مدى هذه الطريقة يصل إلى حوالى ٢٠٠ بارسك . وقد قام «شيلزنجر» بتعيين مسافات حوالى ٢٥٠٠ نجم مستخدما طريقة الاختلاف الدينامیکی للمنظر .

(٥) إختلاف المنظر بالدوران :

نظرا للدوران التفاوتى ، أى السرعات المختلفة للنجوم فى مداراتها حول مركز مجرة سكة التبانه ، فإن السرعة المتوسطة للنجوم بالنسبة للشمس تعتمد على كل من الطول المجرى وبُعد النجوم عن الشمس . وتصف معادلات «أورت» للدوران (←——— مجرة سكة التبانه) هذه العلاقة المنتظمة . ويمكن بمعونة هذه المعادلات إستنتاج بعد النجوم عن الشمس من كل من السرعات الخطية المرصوده والطول المجرى المعروف . وتزداد دقة الطريقة كلما إزداد بعد النجوم عن الشمس ، أى كلما زادت قيمة السرعة الخطية الناشئة من الدوران التفاوتى ، إذ تبدو فى مقابل ذلك السرعات الخطية الذاتية للنجوم فى الفضاء صغيرة . إن حدود تطبيق هذه الطريقة مشروط بمدى المطاييف النجومية . وقد تم تطبيقها بنجاح لتعيين مسافات نجوم دلتا قيناوى ومسافات السدم الكوكبية والحشود النجمية ، كما أنها أُستخدمت حديثا للتحقق من مسافات سحب الهيدروجين المتعادل ، الذى أمكن بمساعدته كشف النقاب عن التركيب الحلزونى لمجرة سكة التبانه .

(٦) الإختلاف الفوتومترى للمنظر :

إذا ما عرفنا اللمعان المطلق M لنجم ما وكان لمعانه الظاهرى المقاس m فإن المسافة بالبارسك تنتج من العلاقة

$$M - m = 5 - 5 \cdot \log r$$

(←——— اللمعان) . وفى ذلك لابد من إفتراض أن اللمعان الظاهرى لم يتأثر بأى إستبعاد فى مادة ما بين النجوم أو فى داخل الغلاف الجوى الأرضى . أما التغيير الممكن حدوثه بواسطة هذه المؤثرات فلابد من تداركه ولو تقريبيا بالحساب قبل إستخدام هذه العلاقة . وترجع صعوبة إستخدام المعادلة المذكورة إلى عدم دقة معلوماتنا عن اللمعان المطلق للنجوم . فلو حاد على سبيل المثال ، اللمعان المطلق الحقيقى عما هو مفروض بقدر واحد فإن هذا يعطى قيما لإختلاف المنظر يصل الخطأ فيها إلى ٥٠ ٪ . وعلى حسب الوسيلة التى تم بها تعيين اللمعان المطلق للنجوم فإننا نميز بين طرق فوتومترية عديدة :

(أ) فى الإختلاف الطيفى للمنظر :

يتم تحديد اللمعان المطلق للنجوم من التوزيع فى شدة بعض الخطوط الطيفية فى أطياف النجوم . ولابد أولا من معايرة ذلك على نجوم معروف إختلاف منظرها . وتبلغ دقة تعيين إختلاف المنظر بهذه الطريقة حوالى من ٢٠ إلى ٦٠ ٪ . ومدى الطريقة يحدده اللمعان الظاهرى للنجوم ، حيث يمكن فقط الحصول على طيف ذو تفريق كاف من النجوم اللامعة . أقترح هذه الطريقة كل من «آدمز» «وكول شوتر» عام ١٩١٤ .

(ب) وإذا ما أردنا إستخراج مسافة نجوم خافته اللمعان فإنه من الممكن إستخدام النوع الطيفى لتحديد اللمعان المطلق ، حيث أن النوع الطيفى يمكن تعيينه للنجوم حتى القدر ١٥ . ويعطى ، على سبيل المثال ، ←——— شكل هرتز سبرنج - رسل العلاقة بين النوع الطيفى واللمعان المطلق . ولابد من معايرة هذه الطريقة بواسطة نجوم معروفة المسافة والنوع الطيفى . وما ينتج بعد ذلك من **إختلاف منظر النوع الطيفى** له درجة دقة بسيطة ، لأن نجوم نفس النوع الطيفى يمكن أن تختلف فى لمعانها المطلق . لذلك فإننا مضطرون لإعتبار قيمة متوسطة من اللمعان المطلق لنجوم نفس النوع الطيف . ودقة ما يستنتج من مسافات بهذه الطريقة صغيرا جدا وعلى وجه الخصوص بالنسبة لنجوم الأنواع الطيفية المتأخره ، لأن التشتت فى لمعانها المطلق كبير بصفة خاصة . بالاضافة إلى ذلك فإن درجة دقة الطريقة تتأثر بفعل التغيير اللونى التى تحدثه المادة غير النجمية فى طيف النجوم ، لدرجة أنه يصعب معها التصنيف الطيفى فى حالة التلوين الشديد . من هنا فإن الإختلاف الطيفى للمنظر وإن كان غير عالى الدقة ، إلا أنه إحتل أهمية كبيرة جدا فى الإحصاء النجمى ، حيث يمكن عن طريقة إستخراج المسافات لعدد كبير من النجوم مرة واحدة .

(جـ) إختلاف منظر المتغيرات :

فى حالة بعض المتغيرات مثل نجوم دلتا قيفاوى ، RR السلياق يمكن من شكل المنحنى الضوئى ودورية تغييره تحديد اللمعان المطلق بدقة كبيرة نسبيا ، كما أن لنجوم دلتا قيفاوى علاقة بين الدورة واللمعان يمكن منها إستنتاج اللمعان المطلق متى عرفت مدة الدورة ولابد فى ذلك أيضا من معايرة هذه الطريقة بإستخدام نجوم معروفة الأبعاد . يمكن بذلك تعيين مسافات الأجسام البعيدة جدا ، لأن المتغيرات من هذا النوع لها لمعان كبير . وتسمح الطريقة أيضا بتعيين مسافات المجموعات النجومية الخارجية التى يتم فيها رصد نجوم دلتا قيفاوى .

(د) فى حالة المزدوجات البصرية ، التى يمكن الحصول على طيف نجميها يمكن تطبيق طريقة فوتومترية أخرى لتعيين المسافة . فبين كتل النجوم التى نستطيع تحديدهما للنجمين فى الظروف المناسبة من عناصر المدار وبين أنصاف الأقطار توجد علاقة تجريبية ، يمكن على أساسها تعيين نصفى قطرى النجمين . ومن نصفى القطرين ودرجة الحرارة الفعلية نستخرج قوة الإشعاع ومنها بالحساب اللمعان المطلق . يعطى هذا إمكانية لتعيين ما يسمى **بإختلاف المنظر الطاقى الإشعاعى** وهو دقيق نسبيا ومداه مساو للإختلاف الديناميكى للمنظر .

(هـ) أثناء تعيين إختلاف منظر الحشود النجمية والمجموعات النجومية الخارجية يمكننا إستعمال إما اللمعان المطلق المتوسط للنظام كله أو قطره الخطى وذلك فى حالة عدم وجود نجوم مميزة معروف لمعانها المطلق . ولما كان اللمعان فى مثل هذه الأجسام يقل ناحية الحافة فإن اللمعان المطلق والقطر المقاس يصبحان غير دقيقين . ومن هنا فإن الإختلافات فى الأرصاد تأتى نتيجة للإختلافات فى معالجة الأجزاء الخارجية . تصل هذه الطريقة إلى المجموعات

النجومية الخافتة جدا والموجودة على بعد حوالى ٣ بليون بارسك لدرجة أنها تُرصد بالكاد .

(و) وهناك طريقة من نوع آخر يمكن إستخدامها فى حالة النجوم البعيده جدا من أى النوعين الطيفيين O أو B ، اللذان يظهر فى طيفها خطوط إمتصاص مصدرها مادة ما بين النجوم . فلو إفترضنا أن مادة ما بين النجوم موجودة بتوزيع منتظم بالقرب من مستوى سكة التبانه فإن عدد الذرات الغير نجمية تزداد بزيادة المسافة بين النجم والشمس ، الموجودة بالقرب من مستوى سكة التبانه ، وعليه تزداد شدة خطوط الإمتصاص . ويستلزم ذلك أيضا معايرة هذه العلاقة على نجوم معروفة مسافاتها . ويرجع عدم الدقة الكبير فى هذه الطريقة ، من ٥٠ إلى ١٠٠ ٪ ، إلى إقتراض التوزيع المنتظم لمادة ما بين النجوم وهو ما ليس حقيقيا . تطبق هذه الطريقة فقط فى حالة الدراسات الإحصائية . ولما كنا فى الغالب نستعمل فيها خطوط إمتصاص الكالسيوم فإن المسافات الناتجة تسمى **بإختلاف منظر** **الكالسيوم** . ويرجع السبب فى الإقتصار على نجوم النوعين الطيفيين المبكرين O ، B إلى أن الطيف الذاتى لهذه النجوم لا يحتوى على خطوط إمتصاص كثيرة ، الشئ الذى يُظهر الخطوط الغير نجمية بوضوح .

(ل) ومثل خطوط الإمتصاص غير النجمية فإنه يمكن إستعمال ما ينتج عن الغبار غير النجمى من تلوين فى ضوء النجوم وذلك فى التعيين التقريبى لإختلاف المنظر . وفى هذا الشأن فإن علينا فقط قياس التلوين فى ضوء النجم ، أى فائض اللون ، الذى تعطى قيمته مقياسا للمسافة . فى هذه الطريقة أيضا يُفترض توزيع منتظم لمادة ما بين النجوم بالقرب من مستوى سكة التبانه . ويعانى **إختلاف منظر التلوين** من نفس الصعوبات مثل إختلاف منظر الكالسيوم .

كانت أولى القيم لإختلافات المنظر هى ما قال بتعينها «أرستارخ» (حوالى عام ٢٦٥ ق . م) . وقد وجد هذا أن إختلاف المنظر للقمر ١ر٤° وللشمس ٥ر٤َ . ثم جاء «هيبارخ» وحسَّن إختلاف منظر الشمس إلى ٨ر٢َ .

إختلاف المنظر بالطرق المختلفة

التسميه	الأجسام المستخدمه	المدى بالبارسك
الإختلاف الهندسى للمنظر	حسب النجوم	١٠٠
إختلاف منظر تيار النجوم	الحشود المتحركه	٥٠٠٠
الإختلاف الديناميكى للمنظر	المزدوجات البصريه	٢٠٠
الإختلاف الطيفى للمنظر	نجوم الأنواع الطيفيه A حتى M الألمع من القدر ٨ تقريبا	٢٠٠
إختلاف منظر النوع الطيفى	النجوم الألمع من القدر ١٤ إلى ١٥ تقريبا	٢٠٠٠
إختلاف منظر المتغيرات	متغيرات دلتا قيفاوى	١٢ مليون
الإختلاف الطاق الاشعاعى للمنظر	المزدوجات البصريه	٢٠٠
إختلاف منظر الكالسيوم	نجوم النوعين الطيفيين B ، O	١٠٠٠
إختلاف منظر التلوين	جميع النجوم	٥٠٠٠

إختلاف منظر النجم الثابت

fixed star parallax
parallaxe de l'étoile fixe *(sf)*
Fixstern - Parallaxe *(sf)*

هو ← إختلاف المنظر .

آخر النهر

Achernar *(A)*

ألمع نجم (α) فى كوكبه النهر . ولمعان النجم من القدر الظاهرى ٠٫٦ ويتبع النوع الطيفى B5 والقوة الإشعاعية IV ويبعد عنا بحوالى ٣٥ بارسك أى ١٥ سنة ضوئية .

إدينجتون

Eddington

هو سير آرثر ستانلى إدينجتون الفلكى الإنجليزى المولود بتاريخ ٢٨ / ١١ / ١٩٤٤ فى كندال والمتوفى بتاريخ ١٩٤٤/١١/٢٢ فى كامبردج ؛ منذ عام ١٩١٣ استاذ ومنذ عام ١٩١٤ مدير مرصد كمبردج . وقد أثمرت على يد إدينجتون فروع كثيرة من علم الفيزياء الفلكية خصوصا عن نظرية التركيب الداخلى للنجوم . وأكتشف العلاقة بين الكتلة والقوة الإشعاعية كما إهتم إدينجتون بنظرية الأقزام البيضاء وكذلك مادة ما بين النجوم وبحث فى نظرية النسبية وأشتهر بتبسيطه للموضوعات الفلكية .

ومن أعماله الرئيسية : التركيب الداخلى للنجوم (١٩٢٦) ، النجوم والذرة (١٩٢٨) وطبيعة العالم الفيزيائى (١٩٢٩) .

آدمز

Adams

هو فالترسيدنى ادمز الفلكى من أمريكا الشمالية المولود بتاريخ ٢٠ / ١٢ / ١٨٧٦ بالقرب من أنطاكيا (تركيا) والمتوفى بتاريخ ١١ / ٥ / ١٩٥٦ فى باسادينا (الولايات المتحدة الأمريكية) ؛ وقد عمل فى الفترة من ١٩٠١ ــ ١٩٠٤ بمرصد ييركس وبعد ذلك بمرصد مونت ويلسون وكان مديرا له فى الفترة من ١٩٢٣ ــ ١٩٤٦ . وعُرِف آدمز من خلال أبحاثه على أطياف النجوم ووضع لأول مرة (بالاشتراك مع كول شوتز) طريقة لتحديد قوة الإشعاع من الطيف .

أدونيس

Adonis

← كويكب .

أدياباتى

adiabatic
adiabatique
adiabatisch

← تغيير فجائى .

الأذرع الحلزونية

spiral arms
bras spirales *(pm)*
Spiralarme *(pm)*

هى أحد الأشكال المميزة لمجموعة معينة من ← المجموعات النجومية . وعن نظام الأذرع الحلزونية فى مجموعتنا النجومية ← سكة التبانه .

الإرتفاع

altitude, elevation
hauteur *(sf)*
Höhe *(sf)*

هو الزاوية بين الأفق والجرم السماوى مقاسة على دائرته العمودية بالدرجات . ويتخذ الإرتفاع فى إتجاه السمت موجبا وفى إتجاه النظير سالبا (شكل ← الإحداثيات) .

إرتفاعى ـ سمتى

altazimuth

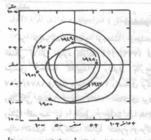
← آلات القياس الزاوية .

إرتفاع القطب

elevation of the pole
hauteur du pôle *(sf)*
Polhöhe *(sf)*

هو المسافة الزاوية على السماء من أفق الرصد إلى قطب السماء ، وهى مساوية تماما للعرض الجغرافى للمكان . يتضح من الأرصاد أن إرتفاع القطب غير ثابت وإنما تتأرجح قيمته فى دوره طولها من ٤١٥ إلى ٤٣٣ يوما ، دورة شاندلر ، حول قيمة متوسطة . إلا أن الأختلافات عن القيمة المتوسطة صغيرة فهى لا تزيد عن ٠ر٣٥ وحول هذه القيمة يتأرجح بالتالى العرض الجغرافى للمكان .

يرتبط نظام الأفق ، الذى يُقاس فيه إرتفاع القطب فى مكان الرصد ، بجسم الأرض . ولما كان قطب السماء هو نقطة تلاقى إمتداد محور دوران الأرض مع القبة السماوية اللانهائية البعد فإن **ترنح إرتفاع القطب** لابد أن يكون راجعا إلى إنتقال محور دوران الأرض فى الفضاء . وتُمثل الأرض فى دورانها حركة مغزل . ومما هو معروف من نظرية هذه الأجسام يتضح أن السبب فى إنتقال محور الدوران يرجع إلى أن هذا المحور لا ينطبق مع محور تماثل المغزل . ولو كانت الأرض متماسكة تماما فإنه ينتج من النظرية دورة طولها حوالى ٣٠٤ يوم لتغيير إرتفاع القطب . أما الدورة الطويلة الحقيقية فتدل على عدم صلابة الأرض تماما . وليست دورة تأرجح إرتفاع القطب ثابته تماما وإنما يغلب وجود ترنحات عن الدورة المتوسطة ترجع إلى إنتقال المادة فى أو فوق الأرض ، على سبيل المثال نتيجة لإزاحة تراب الأرض أثناء تكوين الجبال أو نتيجة لانتقال المناطق من الهواء العالية والمنخفضة الضغط . وبالإضافة إلى الدورة من ٤١٥ إلى ٤٣٣ يوما توجد دورة قليلة الوضوح طولها سنة واحدة ، يحتمل أن تكون ناتجة من التغيير فى نسبة الجليد أو الثلوج فى مناطق الأرض القطبية ونتيجة للإزاحة الدورية للمناطق عالية ومنخفضة ضغط الهواء .



حركة القطب الشمالى (أى نقطة إلتقاء محور دوران الأرض حول نفسها من الناحية الشمالية مع الكرة السماوية) خلال الفترة من عام ١٩٤٧ إلى عام ١٩٥٢ .

تتسبب زحزحة محور الدوران فى داخل الأرض فى حدوث إنتقال القطب الجغرافى ، نقطة تلاقى محور دوران الأرض مع سطحها إلا أن الإختلاف عن الوضع المتوسط بسيط ولا يزيد عن ٢٠ م .

فى عام ١٨٩٩ شُكلت خدمة دولية لمراقبة ترنح إرتفاع القطب مكونة من خمسة مراصد على خط العرض الجغرافى الشمالى ٨َ ٣٩° وموزعة بإنتظام حول الأرض .

تم إكتشاف ترنح إرتفاع القطب فى عام ١٨٨٥ بواسطة «كوستنر» .

إرج

Erg

وحدة لقياس الشغل والطاقة ١ إرج = $١٠^{-٧}$ جول = ١ داين . سم = ١ جم . $سم^{٢}$. $ث^{-٢}$.

٣ر٦ × $١٠^{١٣}$ إرج = ١ كيلو وات ساعة .

أرجوحة الجبار

Orion trapezium
trapèze d'Orion *(sm)*
Trapez *(sn)*

← المعين

ارجيلندر

Argelander

هو فريدريك ويلهام أوجست أرجيلندر الفلكى الألمانى المولود بتاريخ ١٧٩٩/٣/٢٢ فى ميميل (حاليا كلايبيدا) والمتوفى بتاريخ ١٨٧٥/٢/١٧ فى بون، منذ ١٨٢٣ راصد فى توكو وهلسنكى بفنلندا ثم منذ ١٨٣٧ أستاذ فى بون ومديرا للمرصد بها. إشتغل أرجيلندر فى بداية حياته الفلكية بالحركات الذاتية للنجوم وحركة الشمس الشاذة وأصدر فى عام ١٨٤٣ أطلس النجوم «يورانوميتريانوفا». كما ظهر له فى الفترة من ١٨٥٩ إلى ١٨٦٢ مصنف بونر الذى مازال يعمل به مرجعا قياسيا حتى يومنا هذا.

أرستوطاليس

Aristarch

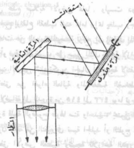
فلكى يونانى ولد فى حوالى عام ٣٢٠ وتوفى عام ٢٥٠ قبل الميلاد، ومن تعاليمه أن الأرض تتحرك حول الشمس. ولم يمكنه إعطاء دليل على ذلك وعليه فلم نجد تعاليمه مؤيدين. وفى مقاله عن «حجم وأبعاد الشمس والقمر» حاول أرستوطاليس لأول مرة إستنتاج بُعد الأرض عن الشمس بطرق هندسية.

أرصاد الشمس

solar observations
observations du soleil *(pf)*
Sonnenbeobachtungen *(sf)*

تجرى الأبحاث المستمرة على الشمس على وجه الخصوص نظرا لإمكانية مشاهدة ظواهر كثيرة، تختفى عن الأرصاد فى حالة النجوم الثوابت الأخرى، وذلك بسبب القرب الشديد للشمس. ونتتبع قبل كل شئ ظواهر النشاط الشمسى لهذا الغرض، فقد تكونت مجموعة دولية لمراقبة الشمس حتى لا تترك آية ظاهرة بدون رصد ولو كان ظهورها لفترة زمنية قصيره علاوة على ذلك فقد تخصصت أعداد كاملة من المراصد فى دراسة الشمس، وعلى سبيل المثال معهد فراونهوفر بمدينة فرايبورج بريجدورف فى ألمانيا الغربية والمرصد الأيدجنوزى بمدينة زيورخ فى سويسرا. وفى ألمانيا الديمقراطية تؤخذ أرصاد الشمس فى المعهد المركزى لفيزياء الشمس. وفى جمهورية مصر العربية يتم بإنتظام أخذ أرصاد الشمس فى مرصد حلوان التابع لأكاديمية البحث العلمى.

وتواجه أرصاد الشمس مشكلات مختلفة عن الأرصاد الفلكية الأخرى. ففى حالة الشمس تختفى صعوبة الضعف الشديد فى لمعان الجسم المرصود، بل وتتسبب شدة الإشعاع الكبيرة فى إضطراب أغلب الأرصاد. ويعطى المحتوى الضوئى الكبير والقرب الشديد للشمس، على سبيل المثال، إمكانية لإجراء الدراسات الطيفية بأكبر تحليل وكذلك دراسة الأجزاء المختلفة من قرص الشمس. وقد تم بناء سلسلة من الأجهزة لأغراض الأرصاد الشمسية تتناسب مع ظروف تلك الأرصاد. ومما يعمل على تعكير صفو الأرصاد الشمسية ضوء الشمس الشديد المتشتت بفعل الغلاف الجوى الأرضى وكذلك عدم إستقرار الهواء، الذى يختلف أثناء إضاءة الشمس وقت النهار عنه أثناء الليل. وحتى نتفادى تأثير الغلاف الجوى الأرضى فقد تم

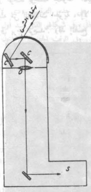


(١) مسارات الأشعة فى السليوستات.

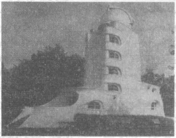
تجهيز محطات جبلية لأرصاد الشمس تصل على سبيل المثال إلى إرتفاع بضع آلاف الكيلو مترات. أحد هذه المراصد الشمسية المعروفة هو المرصد المرتفع كلماكس التابع لجامعة كلورادو (الولايات المتحدة الأمريكية) فى جبل روكى والذى يوجد على إرتفاع ٣٤١٠ متر فوق منسوب مستوى سطح البحر. ويتسبب عدم إستقرار الهواء فى إضطراب أرصاد الشمس وخصوصا الحبيبات التى تغير من تركيبها بسرعة. وقد أمكن أخذ أرصاد رائعة للتحبب بواسطة البالونات. أما طيف الشمس فلا يمكن دراسته فى أجزاءه السينية إلا بواسطة المطاييف المحمولة فى صواريخ أو أقمار صناعية فوق الغلاف الجوى الأرضى. لأن مثل هذا الإشعاع قصير الموجة لا ينفذه الغلاف الجوى الأرضى.

أجهزة الأرصاد الشمسية: حتى يمكن التعرف على كثير من التفاصيل ودراستها بقدر الإمكان، لابد من أخذ صور شمسية كبيرة. لهذا الغرض فإننا نحتاج إلى ←—— مناظير طويلة البعد البؤرى، حيث أن القطر ℓ (بالسم) للصورة المتكونة بعدسة يزداد مع بعدها البؤرى f (بالسم أيضا)، وبالتحديد فإن: ℓ = ٠٫٠٠٩٣ × f. ومن بعد بؤرى قدره متر فأكثر نحصل على صورة للشمس تبدأ بقطر اسم. ويفضل أن تبنى المناظير طويلة البعد البؤرى ثابتة. ونفس الشئ بالنسبة لمناظير الأرصاد الشمسية. فى تلك المناظير يمر الشعاع الشمسى خلال نظام مناسب من المرايا المستوية تعمل على عكسه إلى المنظار المركب أفقيا. تعرف مثل هذه المجموعات من المرايا بإسم **الهليوستات** أو **السيدروستات**. ولكل من الهليوستات أو السيدروستات مرآة واحدة. ومن هنا يظهر فيها عيب دوران صورة الشمس حول نقطة متوسطة أثناء متابعة المرآة لحركة الشمس اليومية الظاهرية. ويتم تدارك هذا العيب فى **السيلوستات** عن طريق مرآتين (الشكل) متواجهتين، توازى المرآة الأولى محور دوران الأرض، أى تدور على محور موازى لمحور القبة السماوية وبذلك يمكنها تتبع حركة الشمس. ومن هذه المآة ينعكس إشعاع الشمس إلى مرآة أخرى تعكسه بدورها فى المنظار.

ويتم حديثا بناء المناظير الشمسية الكبيرة **كمناظير برجية (أبراج الشمس)** كما فى الشكل. وفى هذا المجال يتم تركيب منظار رأسى فوق برج مبنى أو مكون من صلبان حديدية. وفوق البرج توجد قبة سهلة الدوران وعليها فتحة يمكن قفلها ويوجد بها سيلوستات. تقوم السيلوستات بعكس أشعة الشمس فى شيئية مثبته أفقيا فوق البرج وتكون صورة للشمس أسفل البرج وتمر الأشعة خلال قناة البرج. ومن صورة الشمس أو من أجزاء منها يؤخذ الضوء إلى حجرات، فى الغالب، تحت الأرض يوجد بها مطيافات للدراسات الطيفية الدقيقة. أحد هذه الأبراج هو **برج أينشتين** التابع للمعهد المركزى للفيزياء الشمسية الأرضية والموجود فى مدينة



(٢) رسم تخطيطى لمنظار بُرجى، وترمز فيه K إلى القبه و C إلى مرآة السليوستات و O إلى شيئية المنظار و S إلى أماكن الأجهزة المساعدة مثل المطيافات.

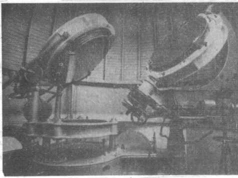


(١٨) (٣) برج آينشتين فى بلدة بوتسدام (المعهد المركزى لفيزياء العلاقات الشمس - أرضية).

بوتسدام بألمانيا الديمقراطية. ولهذا البرج مرآة سيليوستات قطرها ٨٥سم وشيئية بعدها البؤرى ١٤٫٥ م.

للتقليل من فاعلية عدم إستقرار الهواء، الذى ينشأ من تدفئه المبنى المجاور وخصوصا القبة، فقد أجريت تجارب على أبراج بدون قباب. على أن يتم حمل جهاز الرصد بواسطة مجموعة أنابيب ويتم كذلك حمايته من التقلبات الجوية، إلا أنه يظل مكشوفا فوق برج الرصد. وقد إتضح من هذه التجارب أن مثل هذا البناء يعمل على تحسين الأرصاد وخصوصا نوع الصورة.

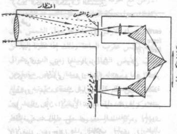
الكورونوجراف عبارة عن جهاز يمكن بواسطته رصد الأجزاء الداخلية من الكورونا. إخترع هذا الجهاز الفلكى الفرنسى «ليو». وحتى وقت إدخال هذا الجهاز لم يكن من الممكن مشاهدة كورونا الشمس إلا أثناء الكسوف الكلى للشمس، وقت أن يغطى القمر قرص الشمس شديد اللمعان. وفى الكورونوجراف يتم عمل كسوف صناعى. وهذا



(٤) مرآه سليوستات برج آينشتين.

الجهاز عبارة عن منظار خاص فى تجهيزه ؛ شيئية عبارة عن عدسة لامعة خالية من الشوائب التى يمكن أن تتسبب فى تشتيت الضوء . تكون هذه العدسة صورة لقرص الشمس عند مستوى يوجد به حاجز دائرى يُخفى قرص الشمس ؛ أى أن الحاجز يقوم بعمل القمر وقت الكسوف الكلى للشمس . ولابد للحاجز أن يعكس أشعة الشمس الساقطة عليه حتى لايسخن كثيرا . من هنا فإن هذا الحاجز يصنع على شكل قمع لامع . ويحتوى الكورونوجراف علاوة على ذلك مجموعات ضوئية أخرى تهدف من ناحية إلى تلاشى ضوء التداخل عند حواف الشيئية ومن ناحية أخرى إلى تكوين صورة للمنطقة القريبة من قرص الشمس والتى لم تختفى تماما بواسطة الحاجز المخروطى وذلك فى مستوى خلفى . بعد ذلك يمكن فحص هذه الصورة بواسطة عينيه أو تصويرها . بهذه الطريقة يمكن مشاهدة الأجزاء الداخلية من كورونا الشمس وكذلك النتوءات الشمسية المرتفعة فوق السطح .

يستخدم مصور الشمس الطيفى فى أخذ الصور الطيفية للشمس . وهذه عبارة عن صور مونوكروماتية ، أى فى ضوء نطاق موجى ضيق . تتكون أولا صورة للشمس فى المطياف الشمسى بواسطة شيئية منظار (الشكل) . خلف



(٥) رسم تخطيطى يوضح فكرة مصور الشمس الطيفى

هذه الصورة توجد فتحة دخول المونوكروماتور الطولية ، التى يدخل منها فقط اشعة من جزء صغير من صورة الشمس . يحتوى المونوكروماتور على عديد من المنشورات التى تعمل على تحليل الشعاع إلى طيف عريض جدا . ومن هذا الطيف وخلال فتحة خروج طولية يمر شعاع نطاق موجى ضيق ، بحيث تتكون صورة فى لون واحد على اللوح الفوتوغرافى للجزء من الشمس الموجود أما فتحة الدخول الطولية . واللوح الفوتوغرافى مرتبط بالمنظار . ويتحرك المونوكروماتور بحيث تمسح فتحته الطولية تباعا أجزاء صورة الشمس التى كونتها شيئية المنظار . فى أثناء ذلك تتعرض الأجزاء المناظرة على اللوح الفوتوغرافى بواسطة فتحة الخروج الطولية فتتكون بذلك تباعا صورة فى لون واحد لقرص الشمس . ويستغرق إلتقاط مثل هذه الصورة الطيفية بضع دقائق . أما إذا أُريد إلقاء نظرة سريعة ، فإنه يمكن بدلا من ذلك إستعمال **المرقب الطيفى** . الذى يعمل مثل مصور الشمس الطيفى ولكننا نستعيض عن اللوح الفوتوغرافى بالنظر المباشر خلال عينيه . فى هذه الحالة يتم مسح صورة الشمس فى تتابع تكفى سرعته لكى ترى العين بما لها من كفاءة فسيولوجية قرص الشمس . إخترع مصور الشمس الطيفى ، كل على حده الفرنسى «دى لاندرز» والأمريكى «هالى» فى شيكاغو الذى شيد أول مرقب لطيف الشمس . وفى الوقت الحديث يتم أخذ الصور المونوكرومانية للشمس بطريقة أسهل بواسطة منظار ومرشح تداخلى ، يُنفذ الضوء فقط لنطاق ضيق جدا من الأطوال الموجية .

فى حالة **مرقب النتوء الشمسى** يطبق مبدأ مماثل لحالة مصور الشمس الطيفى كى تظهر النتوءات الشمسية مرئية . ويمكن تخيل فتحة الدخول المستطيلة للمونوكروماتور مثبتة خلف مكان بجوار حافة صورة الشمس وفتحة الخروج المستطيلة موضوعة بحيث يدخل ضوء الموجى من الطيف لخط طيفى شديد فى عينية موجودة بالخلف . فى هذه العينية يمكن رؤية صورة النتوء لامعة . ويضىء النتوء وخصوصاء فى ضوء هذه الموجات ، بينما ينتشر الضوء

المتشتت من قرص الشمس اثناء تحليل الضوء على كل الطيف ويعوق بشدته القوية رؤية النتوءات فى الأرصاد العادية .

ولتسجيل ما يوجد من مجالات مغناطيسية على الشمس تم تطوير **ماجنيتوجراف** (مصور المجال المغناطيسى) . ولتعيين المجال المغناطيسى تستغل ظاهرة زيمان . ويتم مسح قرص الشمس جزئياً ورسم المجالات المغناطيسية الموجودة فى منحنيات .

ولرصد ما يأتى من الشمس من ذبذبات راديوية تستخدم ⟵ الأجهزة الفلكية الراديوية المختلفة .

يمكن إجراء أرصاد شمسية بسيطة بواسطة أدوات قليلة . وفى الأرصاد البصرية للشمس نحتاج إلى مناظير صغيرة . إلا أنه لا يجب النظر بالعين بدون واق إلى صورة الشمس فى المنظار ، لأن ذلك يمكن أن يؤدى إلى إصابات شديدة للعين . وحتى نقلل من شدة الأشعة الخارجة من المنظار يمكننا الإستعانة بوسائل مختلفة ؛ فيمكن إخفاء أجزاء من الششئية عن طريق وضع ساتر حلقى أمامها ، وإن كان نوع الصورة يتأثر بتصغير قرص الشيئية . كما يمكن أيضا إستعمال مرشحات زجاجية سوداء تسمح بمرور جزء من ضوء الشمس . وتوضع هذه المرشحات فى الغالب خلف العينية . وفى هذا الشأن هناك خطر إنفجار هذه المرشحات نتيجة تسخينها الشديد عن طريق إمتصاص الأشعة . وأحسن وسيلة للأرصاد الشمسية المباشرة هو **المرقب الشمسى** . يتكون هذا المرقب على سبيل المثال فى حالة منشور كولتزى من منشور وقرص زجاجيين ، يسمحان بإنعكاس جزء بسيط مما تجمعه شيئية المنظار فى العينية بينما يمر الجزء الأكبر من الضوء خلال المنشور والقرص الزجاجى وقد فقد كثيرا من سخونته . وفى مرقبات شمسية أخرى يتم إضعاف الضوء بواسطة أجهزة إستقطاب .

أما إذا لم تتواجد مثل هذه الأجهزة فيتم تكوين صورة للشمس عن طريق الإسقاط . ولهذا ميزة كون الصورة المسقطة يمكن فحصها بواسطة كثير من الأشخاص فى نفس الوقت . ولإسقاط صورة الشمس يتم إبعاد العينية لبضعة ستيمترات عن الشيئية . وبذلك يمكن إستقبال صورة كبيرة للشمس على ورقة بيضاء . ويستحسن أن يثبت حامل الورقة فى جسم المنظار . ولإخفاء ضوء الشمس المباشر تنشر مظلة فوق المنظار . يمكن على مثل هذه الصورة مشاهدة كل من الكلف الشمسى والمشاعل الشمسية . (لا تصلح المناظير المنشورية لمثل هذا الإسقاط) ويراعى عدم إستعمال عينيات ملحومة (⟵ المنظار) ، إذ يمكن أن يسخن اللحام لدرجة الإنصهار ، كما يمكن أيضا حدوث فجوات فى العدسات . إن أسهل طريقة لإسقاط الشمس يمكن أن تتم حتى بدون منظار بالمرة ، وذلك تبعا لمبدأ الكاميرا الحاوية . فى ذلك تتكون «الشيئية» من فتحة بقطر بضع مليمترات يتم ثقبها على سبيل المثال فى كرتونة بواسطة دبوس . وعلى بُعد بضع مترات فى حجرة مظلمة يمكن على ستارة بيضاء مشاهدة صورة للشمس يزداد كبرها كلما بعدت الستارة البيضاء عن الثقب . وهذه الطريقة مسلية وقد استخدمها الفلكيون فى العصور الوسطى ، كما أستخدمت أيضا لرصد الكلف والكسوف الشمسيين .

الأرض

earth
terre *(sf)*
Erde *(sf)*

كوكب يرمز له بالرمز ♁ . وهى ككل الكواكب الأخرى تتحرك حول الشمس فى مدار بيضاوى بحيث تمسك بها جاذبية الشمس . علاوة على ذلك فإن الأرض تدور حول محورها . وجسم الأرض محاط ⟵ بالغلاف الجوى الأرضى . ووجود هذا الغلاف الجوى وإستقبال الأرض للدفىء والضوء من الشمس هما اللذان مكنا من الحياة على الأرض .



(١) صورة للأرض إلتقطتها مركبة الفضاء السوفيتية زوند ـ ٧ من على إرتفاع ٧٠٠٠٠ كم بتاريخ ٨ / ٨ / ١٩٦٩ ويُرى فى الصورة وتحت وسطها بقليل شبه الجزيرة العربية والخليج العربى والبحر الأحمر والجزء الشرقى من البحر المتوسط وكذلك نهر ودلتا النيل.

حركات الأرض : من أهم الحركات الكثيرة والمعقدة للأرض فى الفضاء حركتها فى مدارها حول الشمس وكذلك دورانها حول محورها . وتدور الأرض مع حركة الشمس بالنسبة للنجوم المجاورة لها وكذلك حول سكة التبانه مع كل المجموعة الشمسية .

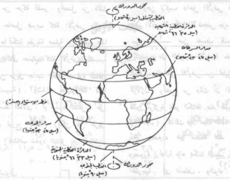
وتتحرك الأرض فى مدارها حول الشمس ، فى إتجاه عكس عقرب الساعة وذلك إذا نظرنا إليها من قطب الأرض الشمالى . ويبلغ زمن الدورة حوالى ٣٦٥ يوما ويُرمز له بالسنه . ومدار الأرض عبارة عن قطع ناقص تقع الشمس فى إحدى بؤرتيه . وتبلغ اللامركزية العددية لمدار الأرض ، أى البعد بين البؤره ومركز المدار مقسوما على طول نصف القطر الأكبر ، حوالى ٠٫٠١٦٧ . وبذلك فإن المدار لا يختلف كثيرا عن الدائرة . ومتوسط المسافة بين الشمس والأرض حوالى ١٤٩ مليون كم . وتعرف هذه المسافة بالوحدة الفلكية A U وتستعمل كوحده لقياس المسافات فى المجموعة الشمسية . فى بداية يناير تكون الأرض فى أقرب مواقعها بالنسبة للشمس ، أى فى الحضيض . وفى هذا الوقت تبلغ المسافة بين الشمس والأرض ١٤٧٫١ مليون كم . أما فى بداية يوليو فتتواجد الأرض فى الأوج أى فى أبعد نقطة فى المدار عن الشمس . وفى هذه الحالة تكون الأرض على بعد حوالى ١٥٢٫١ مليون كم من الشمس . وسرعة الأرض فى مدارها أكبر ما تكون وقت الحضيض ـ حسب قانون «كبلر» الثانى ـ وهى فى الأوج أقل ما تكون . وفى المتوسط فإن سرعة الأرض فى مدارها تبلغ ٢٩٫٨ كم/ث . وتسمى الدائره الكبرى التى يتقاطع فيها مستوى المدار مع الكره

السماوية بالبروج . ويسمى مستوى اداىرض بمستوى البروج . وبسبب حركة الأرض والقمر حول مركز ثقلهما المشترك والموجود فى جسم الكرة الأرضية فإن مركز الأرض يتأرجح فى مدة شهر بمقدار بسيط حول مستوى البروج . وبدقة أكثر فإن الذى يبقى فى مستوى البروج هو مركز ثقل مجموعة الأرض والقمر .

فى أثناء حركة الأرض فى مدارها فإنها تدور أيضا حول محورها . يشارك فى ذلك أيضا الأجزاء الداخلية بن الغلاف الجوى الأرضى . يحدث الدوران من الغرب إلى الشرق أى فى نفس إتجاه حركة الأرض فى مدارها حول الشمس . وبالقياس على عودة عبور علوى لنجم ثابت فإن الأرض تدور حول نفسها مرة فى ٢٣ ساعة ، ٥٦ دقيقة ، ٤ ثوان أو كل ٢٤ ساعة مقاسة على عودة عبور الشمس المتوسطة . تسمى مدة الدورة يوما وتستعمل كوحدة لقياس الزمن . وحسب القياسات الحديثة فإن دوران الأرض حول محورها ليس منتظما وعليه. فإن طول اليوم يتغير تغيرا طفيفا (← الزمن) .

ويحدد وضع محور الدوران نظام الإحداثيات الذى توصف تبعا له النقط على سطح الكرة الأرضية من خلال ← العرض الجغرافى و ← الطول الجغرافى . يتقابل محور الدوران مع سطح الأرض عند القطبين (العرض الجغرافى + ٩٠ْ) . والمستوى العمودى على محور الدوران والمار بمنتصف الأرض والمسمى بمستوى الإستواء يقطع سطح الكرة الأرضية فى خط الإستواء (العرض الجغرافى صفر) كما يقطع الكرة السماوية فى خط الإستواء السماوى . ولما كان محور الدوران غير عمودى على مستوى دائرة البروج فإن مستوى الاستواء يميل على مستوى البروج . ويبلغ هذا الميل ٢٧ ٢٣ْ ويسمى بميل البروج . ويعتبر كلا المستويين مستوى أساسى فى أحدى نظم الأحداثيات الفلكية . من الممكن تصور الكرة الأرضية الدائرة وكأنها مغزلا دائر محور دورانه غير ثابت فى الفضاء . وبنظرة دقيقة نجد أن المحور يغير وضعه بصورة معقدة فى المغزل أى فى الأرض ومن هنا ينشأ كل من ← الترنح و ← السبق وتغيير ← إرتفاع القطب ويتسبب دوران الأرض فى مدارها ودورانها حول نفسها فى حدوث كل من الحركتين الظاهرتين السنوية واليومية على التوالى للأجرام السماوية . وعلى وجه الخصوص فإنه ينتج عن الدوران الحركة اليومية الظاهرية للشمس وما يصحبها من ليل ونهار : وكذلك تأتى حركة الشمس السنوية الظاهرية على البروج من حركة الأرض فى مدارها حول الشمس . كما يرجع إختلاف الفصول وإختلاف أطوال كل من الليل والنهار إلى ميل دائرة البروج .

تعبر الشمس فى بداية الربيع ، الحادى والعشرون من مارس ، فى حركتها الظاهرية خط الاستواء السماوى من الجنوب إلى الشمال . وفى هذا اليوم يتساوى طول كل من الليل والنهار فى جميع النقط على الكرة الأرضية . وفى الشهور الثلاثة التالية تطول فترة النهار مع زيادة ميل الشمس وتقصر فترة الليل فى نصف الكرة الشمالى ؛ وفى الحادى والعشرون من يونيو تعبر الشمس خط الزوال عند سمت الرأس فى الأماكن ذات العرض الجغرافى ٢٧َ ٢٣ْ شمالا أى عند مدار السرطان . ويكون عند سكان نصف الكرة الشمالى أطول نهار وأقصر ليل وفى الأماكن التى يزيد عرضها الجغرافى عن ٣٣َ ٦٦ْ لا تغرب الشمس . تسمى الدائرة التى تحد هذه الأماكن بالدائرة القطبية الشمالية . وعلى نصف الكرة الجنوبى يقصر النهار ويطول الليل فى هذا الربع من السنة وتزداد مساحة المنطقة التى يكون فيها ليل دائم بالتدريج . وفى ٢١ يونيو يسود المنطقة القطبية الجنوبية حتى العرض الجغرافى الجنوبى ٣٣َ ٦٦ْ ليل دائم . ومن ٢١ يونيو . وقت الانقلاب الشمس وحتى ٢٣ سبتمبر تقترب الشمس فى مدارها الظاهرى من خط الإستواء حتى يتساوى طول الليل والنهار ثانية فى جميع مناطق الأرض يوم ٢٣ سبتمبر . ومن هذا الوقت يبدأ ميل الشمس فى الزيادة جنوبا وتعبر فى ٢١ ديسمبر وقت الظهر عند سمت رأس الأماكن التى تقع على العرض



(٢) أهم دوائر العرض الأرضية.

الجغرافى ٢٧َ ٢٣° جنوبا ، أى الواقعة على مدار الجدى ويكون فى هذا الوقت الليل القطبى فى نصف الكرة الشمالى قد إنحدر من القطب الشمالى حتى الدائرة القطبية الشمالية ويكون فى نصف الكرة الجنوبى النهار الدائم قد إنحدر من القطب الجنوبى حتى الدائرة القطبية الجنوبية . ومن ٢١ ديسمبر ، فترة الشتاء ، تقترب الشمس ثانية من خط الإستواء حتى الحادى والعشرين من مارس ، يوم الاعتدال الربيعى ، وعلى مدار السنة فإن طول الليل والنهار متساويا على خط الإستواء (لما كانت الأماكن مختلفة الطول الجغرافى تبدأ نهارها أو ليلها فى أوقات مختلفة عن بعضها البعض فإنه يمكن أن يختلف تاريخ تساوى الليل والنهار بمقدار يوم) .

تسمى المنطقة الواقعة بين مدارى الجدى والسرطان بالمنطقة الإستوائية والمنطقتين بين دائرتى الانقلابين والدائرة القطبية بمنطقتى الإعتدالين ، كما تسمى المنطقتين بين كل من القطبين ودائرته القطبية بالمنطقة القطبية .

جسم الأرض : يحيد شكل الأرض عن الهيكل الكروى حتى بصرف النظر عن الإرتفاعات المحلية المختلفة ، والأرض مفلطحة عند قطبيها اكس من ذلك منتفخة عند خط الإستواء حيث أكبر قوى طرد مركزية . لهذا لابد من إستعمال أجسام مفلطحة لتمثيل شكل الأرض عند وضع أسس نظام القياسات الأرضية . وأحد هذه الأشكال هو مجسم الأرض الذى يتحدد بالقشرة التى تتساوى عندها قوى الجاذبية على إرتفاع سطح البحر تقريبا . وقوة الجذب عمودية على مجسم الأرض . وبتقريب جيد يمكن إستبدال مجسم الأرض بمجسم الدوران الناقص . وتم حسب الاتفاق تحديد مجسم الأرض الدولى الذى نورد فيا يلى بعض مقاييسه . القيمتان الحقيقيتان لنصف القطر عند خط الإستواء وعند القطب هما ٦٣٧٨٫١٦٣ ، ٦٣٥٦٫٧٧٧كم أى تختلفان قليلا . ويمكن تحديدهما بدقة جدا عن طريق الأقمار الصناعية . وقد إتضح من ذلك أن شكل الأرض أقرب ما يكون إلى الكمثرى . ويقرب قطب الأرض الجنوبى إلى مستوى خط الإستواء بحوالى ٣٠م عن قطب الأرض الشمالى . وهناك تغيير دورى يحدث فى شكل الأرض نتيجة ← المد والجذر .

يمكن تعيين كتلة الأرض بمساعدة قانون «كبلر»

الثالث وذلك من حركة القمر . ونحصل من ذلك بالتحديد على حاصل ضرب كتلة الأرض وثابت الجاذبية . فإذا ما تمكنا بطريقة عملية من تحديد هذا الثابت لأمكننا بالتالى حساب كتلة الأرض . تتسبب كتلة الأرض عن طريق جذب الكتلة فى قوة التثاقل (← الجاذبية) . وتدل حيودات قوة التثاقل عن المتوسط العادى . أو شذوذ التثاقل . على عدم التماثل فى توزيع الكتلة . ويمكن عن طريق الأقمار الصناعية إكتشاف شذوذ التثاقل بين المسافات البعيدة .

المجسم الدولى للأرض:

نصف القطر الاستوائى = ٦٣٧٨ ٣٨٨ كم
نصف القطر القطبى = ٦٣٥٦ ٩١٢ كم
الفلطحة = ١ / ٢٩٧
مساحة الأرض = ٥١٠١٠٠٩٣٣ كم^{٢}
الحجم = ١٠٨٣٣٢٠×١٠^{١٢} كم^{٣}
نصف قطر كرة لها نفس الحجم = ٦٣٧١.٢٢١٢٦٦ كم

النظام المساحى الدولى:

نصف القطر الإستوائى a =٦٣٧٨.١٦٣ كم
نصف القطر القطبى b = ٦٣٥٦ ٧٧٧ كم
الفلطحة $\frac{a-b}{a}$ = ١ / ٢٩٨.٢٤

كتلة الأرض ٥.٩٧٥×١٠^{٢٤} كم
الكثافة المتوسطة ٥.٥٢ حجم / سم^{٣}
عجلة الجاذبية عند خط الاستواء ٩٨٠.٦ سم / ث^{٢}.
سرعة الدوران عند خط الاستواء ٤٦٥ م / ث

من كتلة الأرض وحجمها تنتج الكثافة المتوسطة ، وهذه ضعف مثيلاتها لقشرة الأرض الخارجية والتى تم دراستها بعناية . من هنا نستنتج أن داخل الأرض له كثافة عالية .

وعن تركيب داخل الأرض فإننا نعرف القليل حتى الآن ولا يمكننا إلا فحص جزء ضئيل جدا (حفر حتى $\frac{١}{١٠٠٠}$ من نصف قطر الأرض) . اكتسب علم الطبيعية الأرضية مفاتيحه الهامة عن التركيب الداخلى للأرض من تحليل إنتشار موجات الزلازل . وأتضح من ذلك أن الأرض مكونة من قشور مركزية تقفز الكثافة عند حدودها فى الإرتفاع (الجدول) . كذلك فإن حالة المادة وتركيبها يمكن أن يتغير وبصوره غير متصلة عند حدود القشرة . وبصورة إرتجالية فإنه يمكننا التمييز بين قشرة الأرض الخارجية . أى المعطف . والنواه . ولا توجد حتى الآن إيضاحات حول تركيب كل قشرة وإنما توجد نظريات عديده تتعارض مع بعضها جزئيا . لذلك فإننا ننوه ببعض وجهات النظر . إن أكثر معلوماتنا عن **القشرة الخارجية للأرض** . فى هذه القشرة تدور الأحداث التى يهتم بدراستها علم الجيولوجيا مثل تكوين الجبال . وقد دُرس كثيرا تركيب الطبقات العليا من القشرة الخارجية . وتتمثل صعوبة تحديد تركيب متوسط فى أن العناصر الكيماوية المختلفة ليست متماثلة التوزيع ولكنها فى أماكن أكثر شيوعا منها فى أماكن أخرى والتركيب الكيماوى أقرب إلى النيزك الحجرى (← شيوع العناصر) . وتتطابق جيدا العناصر الثقيلة فى شيوعها مع المتوسط الكونى . وبالمقارنة بالتوزيع الكونى نجد أن أخف العناصر نادرة جدا فى قشرة الأرض الخارجية . إذ أنها تطايرت فى أثناء تجمد مادة الأرض . وتتكون أعلى طبقات القشرة الخارجية للأرض غالبا من مثيلات الجرانيت ولذلك فهى تسمى بقشرة الجرانيت وأيضا يطلق عليها إسم سيال نظرا لشيوع مركبات السيلزيوم والألومونيوم فيها . وتحت قشرة الجرانيت توجد قشرة البازالت ويطلق عليها وعلى ما تحتها من طبقات المعطف لفظ سيما وذلك لشيوع مركبات السيلزيوم والمغنسيوم .

طبقات الأرض

	القشرة الخارجية	المعطف	النواه	النواه الداخلية
السمك (كم)	٣٣	٢٨٧٠	٢١٠٠	١٣٧٠
حدى العمق (كم)	صفر ـ ٣٣	٣٣ ـ ٢٩٠٠	٢٩٠٠ ـ ٥٠٠٠	٥٠٠٠ ـ ٦٧٣٠
النسبه (٪) إلى الحجم الكل	١ر٥	٨٢ر٣	١٥ر٢	١
النسبة (٪) إلى الوزن الكل	٠ر٨	٦٧ر٨	٢٤ر٤	٣
الكثافة (جم / سم^٣^)	٢ر٦ ـ ٣ر٠	٣ر٣ ـ ٥ر٧	٩ر٤ ـ ١١ر٥	١٦ر٨ ـ ١٧ر٢
درجة الحرارة (مْ)*	١٥ ـ ٤٥٠	٢٠٠٠	٣٠٠٠	٣٥٠٠

(*) غير مؤكد.

والمعطف مثل القشرة الخارجية لجسم الأرض فى حالة صلبة. ومن المحتمل وجود طبقية فى خصائص مادة المعطف مع العمر أما النواة، وتفرق بينها وبين النواة الداخلية كثير من النظريات، فمن المحتمل أن يكون الإثنان فى حالة سائلة، إذ لا تنتشر فيها الموجات فى الإتجاه العمودى على إتجاه مرورها الأصلى. ويحتمل أن يختلف المعطف مع النواة فى خواص مادتيهما فقط، وبدرجة أقل فى تركيب المادة. وعلى خلاف ذلك تتمسك بعض النظريات بأن للثقل بصورة أكبر، غالبا حديد (Fe) ونيكل (Ni)، وعليه فيطلق عليها نواة النيفى. وترى بعض النظريات الحديثة أن كل داخل الأرض متماثل التكوين تماماً، ويجب أن يكون تكوينه فى الغالب من مادة الأوليفين ويحتمل زيادة محتوى الحديد قليلا بزيادة العمق. ترجع التغييرات الفجائية عند حدود القشرات إلى تغيرات فى خواص المادة مع زيادة الضغط، وعلى سبيل المثال يلزم أن تنضغط هالة الاليكترونات فى الذرات عند حدود نواة الأرض بحيث ترتفع الكثافة بالصورة الفجائية.

وما نعلمه أيضا قليل جدا عن التوزيع الطبقى لدرجة الحرارة. وقد أعطت حسابات نماذج مختلفة درجات حرارة مختلفة تماما لمركز الأرض بضع $١٠^{٣}$ إلى $١٠^{٤}$ درجة). وعلى أى حال فإن داخل الأرض أدفأ بكثير من قشرتها الخارجية. وقد أُعتقد بدوام سريان تيار دافىء من داخل الأرض إلى خارجها. وعلى ذلك فلابد أن تبرد الأرض تدريجيا. ومن المحتمل تحرر كميات كبيرة من الحرارة كنتيجة لتحلل الذرات المشعة فى داخل الأرض. وتؤثر التدفئة بواسطة إشعاع الشمس فقط فى أعلى طبقات الأرض. وبالنسبة للحياة على الأرض فإن إشعاع الشمس وتأثير ← الغلاف الجوى الأرضى يلعبان دورا حاسما فى الميزان الحرارى.

المغناطيسية الأرضية:

للأرض مجال مغناطيسى تقدر شدته بحوالى ٥ر٠ جاوس ويستدل عليه بإنحراف إبرة مغناطيسية حرة الحركة فى إتجاه معين وكذلك بتأثير القطب على قيمة العرض الجغرافى. اولا ينطبق القطبين المغناطيسيين للأرض مع قطبى دورانها، ولذا فإن الابرة المغناطيسية لا تشير تماما إلى

الشمال الجغرافى ، يسمى الإختلاف بالخطأ أو الإنحراف . كذلك لاتأخذ الإبرة المغناطيسية الإتجاه الأفقى تماما بل تميل عليه بزاوية تصل ٩٠° عند قطبى الأرض المغناطيسيان ، وهنا تتعامد خطوط المجال على سطح الأرض . إن الجزء الأكبر من المجال المغناطيسى الأرضى ، أى المجال الأساسى ، مكانه باطن الأرض . وهذا الجزء بطىء التغيير جدا ، ويُفسر ذلك بوجود تيارات كهربائية فى باطن الأرض . أما أسباب وجود المجال الأساسى فغير معروفة . والجزء الثانى مجال ضعيف ينتج من التيارات الكهربائية فى الأيونوسفير ، إحدى طبقات الغلاف الجوى الأرضى . ويعترى هذه المركبة كما يعترى الأيونوسفير نفسه تأرجحات شديدة ينتج عنها اضطرابات المجال المغناطيسى الأرضى ، وتسمى لضطرابات الكبيرة على وجه الخصوص بـالعواصف للمغناطيسية الأرضية . وتحدث الاضطرابات نتيجة للتأثير المتبادل لما يأتى من الشمس من جزيئات ذات شحنة مع الأيونوسفير ولهذا فإن هذه الاضطرابات تنتمى إلى ← الظواهر الشمسية الأرضية . ومن خلال اقتناص المجال المغناطيسى الأرضى للجسيات المشحونة تنشأ ← الأحزمة الاشعاعية التى تكون جزءا من طبقة ← الماجنيتوسفير المحيطة بالأرض .

تلتف الأرض بسحابة من الغبار كثافتها تزيد بوضوح عن الكثافة العادية للغبار البين كوكبى . ومن الممكن أن تكون جزيئات الغبار مشحونة وتم إقتناصها بواسطة المجال المغناطيسى الأرضى مثل الإليكترونيات والأيونات فى الماجنيتوسفير .

تم تحديد عمر الأرض من دراسة العناصر المشعة ونتائج تحليلها فى قشرة الأرض الخارجية بحوالى ٣ بليون سنة (← تحديد العمر) ، هذا فى حين أن أكبر عمر بالتأكيد ليس أكبر بكثير عن ٥ بليون سنة وهو بالتقريب عمر الشمس .

ولنشأة الأرض تأتى نفس العمليات مثلما فى نشأة الكواكب الأخرى (← الكسموجونى) .

أرض القمر

Terra

إحدى تضاريس سطح ← القمر .

الأرميله

Armile *(A)*
armillary sphere
sphère armillaire *(sf)*
Armillarsphäre *(sf)*

من ← الأجهزة الفلكية القديمة .

الأرنب

Lepus, Lep *(L)*
hare
lièvre *(sm)*
Hase *(sm)*

إحدى كوكبات نصف الكرة الجنوبى وترى فى ليالى الشتاء .

الآره

Ara, Ara *(L)*
altar
autel *(sm)*
Altar *(sm)*

← المذبح

آريل

Ariel

← قمر من أقمار يورانوس

الإزاحة البنفسجية

violet shift
déplacement vers le violet *(sm)*
Violettenvershiebung *(sf)*

هى إزاحة الخط الطيفى ناحية الموجات القصار فى النطاق البصرى من الطيف أى ناحية النطاق البنفسجى ، وينشأ ذلك بفعل ← ظاهرة دوبلر .

الإزاحة الحمراء

red shift
déplacement vers le rouge *(sm)*
Rotverschiebung *(sf)*

هى إزاحة خطوط الإمتصاص والانبعاث فى طيف الأجرام السماوية وذلك فى إتجاه الموجات

الطويلة ، أى النطاق الأحمر من الطيف . تحدث الازاحة الحمراء نتيجة ← ظاهرة دوبلر ، عندما يبتعد النجم كله عن الأرض أو عندما ينكمش ، أى تبتعد أجزاء النجم الموجودة فى الغلاف عن المشاهد . ومن قيمة الإزاحة يمكن إستنتاج سرعة الحركة . يرجع ما تأكد وجوده من إزاحة حمراء فى طيف المجموعات النجومية الخارجية (← ظاهرة هبل) إلى التمدد العام للكون (← كسمولوجى) . فبسبب هذا التمدد تبتعد المجموعات النجومية عن المشاهد وبسرعات تزداد كلما زاد بعد المجموعة . وعلى اساس ظاهرة دوبلر فإن حركة الابتعاد هذه تظهر على شكل إزاحة حمراء .

علاوة على ذلك يوجد ما يسمى **بالإزاحة الحمراء النسبية** . فلما كانت نظرية آينشتين النسبية تقضى بتكافؤ كل من الكتلة والطاقة فإن الإشعاع الذى يغادر النجم يبذل شغلا حتى يتغلب على قوة جذب النجم . ويتسبب فقد الطاقة الملازم لذلك فى حدوث إزاحة حمراء ، إذ أنه كلما نقصت طاقة الطيف إزدادت طول موجته . ويبدو إحتمال مشاهدة هذه الظاهرة ممكنا فقط فى حالة الأقزام البيضاء ، لأن لها كتلا كبيرة أقطارا صغرة وعليه فقوة جذبها كبيرة لكن الخطوط الطيفية لهذه النجوم متسعة بسبب الضغط العالى فى أغلفتها ، وذلك بدرجة تجعل القياسات صعبة للغاية .

من هنا أيضا لاتوجد تأكيدات واضحة عن طريق الأرصاد على صحة الإزاحة النسبية . ومن المحتمل أن تكون الإزاحة الحمراء فى أطياف ← المنابع الراديوية الشبيهة بالنجوم ممكنة التعليل على أنها إزاحة نسبية حمراء ، وإن كان هناك أيضا إحتمالين آخرين لذلك .

الإزاحة الخطية

line displacement
décalage de raies *(sm)*
Linienverschiebung *(sf)*

هى التغير الموجى للخطوط الطيفية ؛ الطيف ، ← ظاهرة دوبلر .

الأزار

Mizar *(A)*

← المئزر .

أسبوع

week
semaine *(sf)*
Woche *(sf)*

← التقويم .

إستئناف الاتحاد

recombination
recombination *(sf)*
Rekombination *(sf)*

هو ← إعادة الاتحاد .

الأستبعاد

extinction
extinction *(sf)*
Extinktion *(sf)*

هو إضعاف شدة الضوء بواسطة أى من التشتت أو التداخل أثناء مروره خلال المادة . ونعنى بالإستبعاد فى الفلك غالبا ما يحدث فى **جو الأرض** ، أى الإضعاف الذى يحدث لضوء النجم أثناء مرور الشعاع فى غلاف الأرض الجوى . يحدث الأستبعاد فى كل النطاق البصرى فى الغالب بواسطة التشتت على الجزيئات والجسيمات الصغيرة لهواء ويبلغ قطر جسيمات التراب ٠,٠٠١ مم أو أقل وهى موجودة بكثرة فى الطبقات السفلى من غلاف الأرض الجوى وتعمل كطبقة معتمة ذات حدود عليا واضحة التحديد يتأرجح إرتفاعها من ١٠٠ م إلى بضع كيلو مترات على حسب حالة الطقس . ونكون قد تجاوزنا هذه الطبقة إذا صعدنا فوق الجبال العالية . ويقاس الإستبعاد بالقدر (m) ، ولابد من أخذ قيمته فى الإعتبار فى جميع قياسات اللمعان . والأستبعاد سريع التغير ع الدورة . وتؤثر على وجه الخصوص التغيرات قصيرة الزمن بدرجة كبيرة على قياسات اللمعان . وتعتمد قيمة الاستبعاد على طول الطريق الذى يقطعه الضوء فى الغلاف الجوى . ولهذا يظهر النجم أكثر خفوتا كلما قارب الأفق أى كلما زاد بعده السمتى z . وغالبا ما تُنسب قياسات اللمعان إلى

إختلاف الإستبعاد البصرى بالنسبه للأرصاد فى سمت الرأس

البعد السمتى	فرق اللمعان (بالقدر)	البعد السمتى	فرق اللمعان (بالقدر)
°٠	صفر	°٥٠	١٢ر٠
١٠	صفر	٦٠	٣٣ر٠
٢٠	٠١ر٠	٧٠	٤٥ر٠
٣٠	٠٣ر٠	٨٠	٩٩ر٠
٤٠	٠٦ر٠	٨٥	١ر٧٧

البعد السمتى صفر . ولهذا الغرض يصلح الجدول المرفق فى النطاق الطيفى البصرى . أما فى السمت نفسه فيبلغ الإستبعاد حوالى ٢٥ر٠ قدرا (ق) ، لكن هذه القيمة تتأرجح كثيرا . وتختلف قيمة الإستبعاد بإختلاف طول موجات الإشعاع فتزداد قيمته كلما صغرت أطوال الموجات . وفى النطاق الفوتوغرافى تبلغ قيمة الإستبعاد حوالى ضعف ما هى عليه فى النطاق البصرى . ويحدث **إستبعاد ما بين النجوم** بفعل ←——— غُبار ما بين النجوم . .

الإستبعاد الإنتخابى

selective extenction
extinction sélective *(sf)*
selektive Extinktion *(sf)*

هو الإضعاف المعتمد على طول الموجة فى ضوء النجوم بواسطة ←——— غبار ما بين النجوم .

إستتار النجوم

occultation of stars
occultation des étoiles *(sf)*
Sternbedeckung *(sf)*

هو إختفاء نجم ثابت خلف القمر عندما يكون الأخير . فى خط البصر بين المشاهد والنجم ، ويحدث إستتار النجوم كثيرا أيضا للنجوم اللامعة وذلك بسبب حركة القمر السريعة نسبيا . وحسب ميل مدار القمر على دائرة البروج فإن النجوم التى تتواجد فى حدود °٥ من هذه الدائرة يمكن أن يحدث لها إستتار . وفى أرصاد الإستتار يتم تسجيل الزمن الذى يختفى فيه النجم خلف حافة القمر أو يظهر ثانية خلفها . تحدث هذه العملية فجأة لأن النجوم الثوابت ذات أشكال نقطيه من جهة ومن جهة أخرى فليس للقمر غلاف جوى يذكر ، يعمل على نقص تدريجى أو زيادة تدريجية فى لمعان النجم . وبمعونة أجهزة إليكترونية حديثة يمكن التتبع الزمنى للنقص السريع جدا فى لمعان النجوم القرْبية ذات الأقطار الكبيرة نسبيا ، وذلك لدرجة تمكننا تحت أية ظروف من إستنتاج القطر الزاوى للنجم ، وبمعرفة بعده يمكن حساب قطره الخطى . يبدو إختفاء النجم بسرعة فى الأرصاد البصرية خلف قرص القمر الداكن مفاجئا . وتمثل الأرصاد الدقيقة لإستتار النجوم خلف قرص القمر (ولو بالأجهزة الصغيرة) أحسن وسيلة لتحديد حركة القمر . ومن هنا فان هذه الأحداث يجرى حسابها مسبقا وتحتويها الحوليات الفلكية .

الاستحكامات القمرية

walled plains
criques lunaires *(pf)*
Wallebenen *(pf)*

من تضاريس سطح ←——— القمر

إستراتوسفير

stratosphere
stratosphère (*sf*)
Stratosphäre (*sf*)

إحدى طبقات ←—— الغلاف الجوى الأرضى .

أستروب

Astrope (*L*)

نجم فى حشد ←—— الثريا .

أستروبيولوجى

astrobiology
astrobiologie (*sf*)
Astrobiologie (*sf*)

←—— علم الأحياء الكونى .

أستروجراف

astrograph, photographic telescope, astrographic comera
astrographe (*sm*)
Astrograph (*sm*), Astrokamera (*sf*) photographisches Fernrohr (*sn*)

←—— منظار كاسر فوتوغرافى

أستروجراف قياسى

normalastrograph
astrographe nornual (*sm*)
Normalaslrograph (*sm*)

←—— منظار كاسر

أسترولاب

Astrolabium (*L*)
astrolabe
astrolabe (*sm*)
Astrolabe (*sn*)

من ←—— الأجهزة الفلكية القديمة . كذلك فهى تسمية مختصرة للاسترولاب المنشورى وهو عبارة عن أحد ←—— الآت القياس الزاوية

أسترولاب منشورى

prismatic astrolabe
asrrolabe à prisme (*sm*)
Prismenastrolabium (*sn*)

أحد ←—— الآت القياس الزاوية

الأسترومترى

astrometry
astrométrie (*sf*)
Astrometrie (*sf*)

هى ←—— القياسات الفلكية .

الإستطالة

elongation
élongation *sf*)
Elongation (*sf*)

هى فرق الطول البروجى بين جرم سماوى والشمس ، أى عبارة عن الزاوية المقاسة على دائرة البروج بين مركز الشمس إلى الدائرة الكبرى العمودية على دائرة البروج والتى تمر بالجرم السماوى . وإذا ما تواجد الجرم السماوى على دائرة البروج فإن إستطالته تصبح تبعا لذلك الزاوية المحصورة بين كل من الخط الواصل من المشاهد إلى الشمس والخط الواصل من المشاهد إلى الجرم السماوى . فى حين أن الكواكب الخارجية يمكن أن تأخذ أى إستطالة من صفر حتى ٣٦٠° فإن للكواكب الداخلية قيمة إستطالة قصوى غربا وشرقا . وهذه فى حالة عطارد ٢٧° ، وفى حالة الزهره ٤٧° . وهناك رموزا مخصوصه للإستطالة فى ←—— الأوضاع النسبية للكواكب بالنسبة للشمس والأرض .

الإستقبال

opposition
opposition (*sf*)
Opposition (*sf*)

احدى ←—— اوضاع الشمس بالنسبة للكوكب فى مدارة .

الإستقطاب

polarization
polarisation (*sf*)
Polarisation (*sf*)

تحدث فى الضوء الطبيعى ، مثل الذى ينبعث من المصادر الضوئية العادية ، ذبذبات فى جميع الاتجاهات عموديا على اتجاه إنتشار الضوء ، ولا يفضل إتجاه بعينه عن غيره . مثل هذا الضوء يسمى غير مستقطب . أما إذا كان ، على العكس من

ذلك ، هناك إتجاه سائد للذبذبات ، فإننا نتحدث فى هذه الحالة عن ضوء مستقطب . يسمى المستوى المار بكل من إتجاه الذبذبة المُفضل وإتجاه إنتشار الضوء بمستوى الذبذبة كما يسمى المستوى العمودى عليه **بمستوى الإستقطاب** . (وبدقة أكثَر فإن هناك ، فى حالة إتجاه ذبذبة الضوء ، إتجاه موَّجة الضوء ، أى الموَّجة الكهربائى الإليكترومغناطيسى) . يحدث الإستقطاب على سبيل المثال عند تشتت الضوء على الجسيمات الصغيرة . كما يحدث الإستقطاب البين نجمى نتيجة مرور ضوء النجم خلال تجمع كبير من ← غبار ما بين النجوم .

إستقراء النجوم

astrology
astrologie *(sf)*
Astrologie *(sf)*

تماما مثل ← التنجيم .

إستواء طولى الليل والنهار

equinox
équinoxe *(sm)*
Aequinoktium *(sn)*, **Tagundnachtsgleiche** *(sf)*

← نقطتى الاعتدالين .

إستوائى

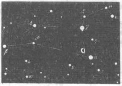
equatorial
équatorial
äquatorial

تسمية قديمة لطريقة تشييد نوع من ← المناظير .

الأسد

Leo, Leo *(L)*
lion
lion *(sm)*
Löwe *(sm)*

من أبراج نصف الكرة الشمالى ويرى فى ليالى الربيع . يسمى ألمع نجم فيه (α) ← قلب الأسد . ولهذا النجم كما للنجم β توابع خافتة . تعبر الشمس هذا البرج فى حركاتها السنوية



برج الأسد ألمع النجوم :

	α الاسد	β الأسد
الأسم اللاتينى	Regulus	Denebola
الأسم العربى	المليك (قلب الأسد)	ذَنَب الأسد
القدر	١٫٣٤	٢٫١٣
النوع الطيفى	B7	A3
نوع قوة الإشعاع	V	V
المسافة بالبارسك	٢٦	١٣

الظاهرية من بداية أغسطس حتى منتصف سبتمبر .

الأسد الأصغر

Leo Minor, Lmi *(L)*
lesser lion
petit lion *(sm)*
kleiner Löwe *(sm)*

أحد أبراج نصف الكرة الشمالى على الحدود الشمالية لبرج الأسد .

الأسديات

leonids
leonids *(pm)*
Leoniden *(pm)*

تيار دورى من الشهب مركزة برج الأسد يرى فى الفترة من ١٤ إلى ٢٠ نوفمبر ويبلغ أقصى شدته فى ١٧ نوفمبر . نشأ هذا التيار من المذنب 1866 I . وقد أنتج التيار على فترات زمنية تتراوح بين ٣٣ ، ٣٤ سنة أكبر عدد من الشهب ، وهذا الفترات تناظر دورة المذنب . حدث ذلك مثلا فى أعوام ١٧٩٩ ، ١٨٣٣ ، ١٨٦٦ ثم إنخفض بعد ذلك بشده كمية ما ينتج من شهب . وربما إنحرف مسار تيار الشهب بعيدا

عن مسار المذنب الأصلي. عادت الأسديات إلى الظهور ثانية فى عام ١٩٦٦ بغزارة.

إسراع القمر

acceleration
accéleration *(sf)*
Akzelaration *(sf)*

إضطراب فى ⟵ حركة القمر.

أسماء النجوم

star names
noms des étoiles *(pm)*
Sterunamen *(pm)*

لألمع النجوم أسماء مثل الشعرى اليمانية أو العيوق أو النسر الواقع. وقد جاء كثير من أسماء النجوم من اللغة العربية مثل إبط الجوزاء والنسر الواقع والذنب. تسمى النجوم اللامعة فى داخل كوكبه أو برج ما فى المصنفات الفلكية بحروف إغريقية مع الإحتفاظ بترتيب اللمعان. ثم يأتى بعد الحرف الإغريق صفة الكوكبة من الإسم اللاتيني وفى الغالب يوضع إختصار هذه الصفة. فمثلا يسمى نجم النسر الواقع فى كوكبه السلياق α Lyr. وتسمى الشعرى اليمانية فى كوكبه الكلب الأكبر α CMa. ويسمى نجم القطب α UMi. وفى اللغة العربية تسمى النجوم إما بحرف عربى أو إغريقى متبوعا بإسم الكوكبة مثل (α) الدب الأصغر. كما أن النجوم الخافتة فى داخل كوكبه تسمى بحروف لاتينية أو بالأعداد فى نفس الترتيب. ترجع هذه التسمية إلى «جون ماير» (١٥٧٢- ١٦٢٥) وإلى الفلكى الإنجليزى «فلامستيد» (١٦٤٦- ١٧١٩). والنجوم الأخفت من القدر السادس، أى كل النجوم التى لا ترى بالعين المجردة، يرمز لها بأرقامها فى المصنفات النجومية أو بواسطة إحداثياتها ويذكر قبل الرقم التصنيفى إسم المصنف الذى أدرجت فيه النجوم مثل BD أو HD. أما إذا وجدت قبل الرقم التصنيفى NGC أو N فإنه لا يُعنى بالجسم نجما منفردا وإنما حشد نجومى أو سديما مجريا أو مجموعة نجومية. وهناك رموز خاصة ⟵ للنجوم المتغيرة، على سبيل المثال RR السلياق (RR Lyra) و RW العناز (RW Auriga).

وفى حالة ⟵ النجوم المزدوجة يغلب تمييز المركبة اللامعة بالحرف A والمركبة الأخفت الحرف B ومثال ذلك الشعرى اليمانية A (Sirius A) والشعرى اليمانية B (Sirius B). ويدل وجود حرف لاتينى كبير بعد اسم الكوكبة على منبع راديوى مثال ذلك الثور A (Taurus A). ومايزال يعمل بهذه الرموز فقط بالنسبة للمنابع الراديوية القوية؛ أما فى خلاف ذلك فإن المنابع الراديوية غير موحدة التسمية. إذا وضع خلف إسم الكوكبة أو اختصار إسمها حرف X متبوعا بعدد ما، فإن ذلك يعنى منبعا لأشعة رونتجن، ومثال ذلك العقرب ⟵ X1 (Sco X1). وعن اسماء الكوكبات ⟵ الكوكبات.

السهى أو السها

Alkor *(L)*

نجم فى كوكبه ⟵ الدب الأكبر

الإشعاع

radiation
radiation *(sf)*
Strahlung *(sf)*

هو إنتشار الطاقة على شكل موجات أو جسميات مادية. وفى هذا الشأن فإن الطاقة التى تسقط فى كل ثانية على مساحة قدرها ١ سم^{٢} تسمى **بشدة أو قوة الإشعاع**.

إذا ما حدث الإنتشار على هيئة موجات فإن الحديث يكون عن **الإشعاع الموجى**. وينتمى إلى ذلك إنتشار الموجات الصوتية، وعلى وجه الخصوص الموجات الكهرومغناطيسية، مثل الضوء. وفى حالة النجوم فإن ما يُقصد بالإشعاع هو الإشعاع الموجى الكهرومغناطيسى. وفى **الإشعاع الموجى**

الكهرومغناطيسى تنتشر مجالات كهربية ومغناطيسية دورية التغيير فى كل من الزمان والمكان. وفى أى وقت نجد أن شدة المجال تختلف من مكان إلى آخر، وذلك بحيث نقابل على نفس الأبعاد نفس شدة المجال. وتسمى المسافة، على سبيل المثال، بين مكانين فيهما المجال المغناطيسى أكبر ما يمكن بالطول الموجى للإشعاع. ينتقل هذا التوزيع المكافىء لشدة المجال بسرعة الضوء فى إتجاه إنتشار الإشعاع. فى أثناء ذلك تتغير شدة المجال عند كل مكان دوريا، فتتأرجح هنا وهناك بين قيمة دنيا وقيمة قصوى. يسمى عدد الترنحات فى كل ثانية بذبذبة الإشعاع. ويربط بين الطول الموجى λ والذبذبة ν العلاقة $\lambda = c/\nu$، حيث c هى سرعة الضوء. والموجات الكهرومغناطيسية البصرية هى التى تتراوح أطوالها الموجية من ٤٠٠٠ إلى ٨٠٠٠ أ وتسمى ← بالضوء البصرى. وما يبحث فيه الفلك الراديوى من ← إشعاع الذبذبات هو أيضا موجات كهرومغناطيسية، لكن أطوال موجاتها تتراوح بين ١ مم و ٢٠ م. وعلى وجه العموم ينبعث من المنبع الإشعاعى خليط من الإشعاعات كثيرة ومختلفة الموجات. وإذا ما أنتظمت هذه الإشعاعات بجانب بعضها البعض حسب أطوال موجاتها فإننا نحصل بذلك على ← طيف الإشاع. وكل جسم يبعث بإشعاعات كهرومغناطيسية تعتمد شدتها وتركيبها الطيفى على درجة حرارة وخواص الجسم (← قوانين الإشعاع). وعلى وجه الخصوص فإن الإشعاع الذى ليس أصله حراريا (← إشعاع الذبذبات الراديوية) ذو أهمية فى الفلك الراديوى.

فى حالة **الإشعاع الجسيمى** تنتشر الجسيمات المادية من منبع الإشعاع. إحدى هذه الإشعاعات الجسيمية على سبيل المثال هى ← الأشعة الكونية. وللشمس أيضا إشعاع جسيمى، يتكون فى الغالب من بروتونات وإليكترونات (إشعاع الشمس الجسيمى، الرياح الشمسية، ← الشمس).

الإشعاع الابطائى

Bremsstrahlung, slow down radiation
bremsstrahlung, radiation de freinage *(sf)*
Bremsstrahlung *(sf)*

الإشعاع السينكروتونى، ← إشعاع الذبذبات الراديوية.

إشعاع الثلاث درجات

three grad - kelvin - raliation
troi grad - Kelvin - rayonnement *(sm)*
Drei grad Kelvin strahlung *(sf)*

إشعاع كونى مركز تتناسب شدته وتوزيع الطيف فيه مع خصائص الإشعاع الذى يصدر من جسم أسود مشع تبلغ درجة حرارته ٣° كلفن. وحسب دقة الأرصاد الحالية فإن هذا الإشعاع يأتينا متساويا فى شدته من جميع أنحاء الكون. من هنا فإن نشأة هذا الإشعاع لا يمكن أن تُعزى إلى جسم بذاته فى الكون وإنما إمتلاء الكون بدرجة منتظمة بهذا الإشعاع. وعليه فيسمى إشعاع الثلاث درجات هذا أيضا بإشعاع الخلفية الكونى. وفى إطار النموذج النسبى للكون يُفسر هذا الإشعاع على أنه الإشعاع الباقى من حالة سابقة للكون كانت سائدة منذ بلايين السنين ← كسمولوجى. وقد تم الاستدلال على وجود إشعاع الثلاث درجات قبل إكتشافه بحوالى عشرين عاما.

إشعاع الجسم الأسود

black body radiation
rayonnement du corps noir *(sm)*
schwarze Strahlung *(sf)*

هو الحالة المثالية لإشعاع جسم، يتحدد فيه توزيع الطاقة حسب ← قوانين الإشعاع لبلانك. يسمى أى جسم يبعث بإشعاع إسود بالجسم الأسود.

الإشعاع الجسيمى

corpuscular radiation
rayonnement corpusculaire *(sm)*
Teilchenstrahlung *(sf)*, **Partikelstrahlung** *(sf)*

← الإشعاع .

إشعاع الخلفية الكونى

background radiation
rayonnement du fond *(sm)*
Hintergrundstrahlung *(sf)*

← إشعاع الثلاث درجات .

إشعاع الذبذبات الراديوى

radiofrequency radiation
rayonnement radioélectrique *(sm)*
Radiofrequenzstrahlung *(sf)*

هو ما ينبعث من الأجسام غير الأرضية من إشعاع كهرومغناطيسى فى النطاق الراديوى والأشعة القصيرة والموجات الميكرونية . ويمكن لهذا الإشعاع إختراق الغلاف الجوى الأرضى ليصل إلينا ، إذ أن ← الغلاف الجوى الأرضى له نافذة راديوية بجانء النافذة البصرية ، أى أنه منفذ بالنسبة للطول الموجى من ١م إلى ٢٠م . أما الموجات الأقصر من ذلك فإنها تُمتص بواسطة ذرات وجزيئات الجزء السفلى من الغلاف الجوى الأرضى بينما الموجات الأطول من ذلك يعكسها الأيونوسفير ثانية فى الكون ، بحيث لا تصل إلى سطح الأرض . يستعمل فى الغالب فى النطاق الراديوى عدد الذبذبات فى الثانية بدلا من طول الموجة . وكلا القيمتين ، طول الموجة والذبذة تربطها العلاقة $\lambda = \frac{c}{\nu}$ ، $c = ٣ \times ١٠^{١٠}$ سم/ث وهى عبارة عن سرعة الضوء . وكوحدة للذبذبة يستعمل فى الغالب الميجاهرتز . ١ ميجا هرتز = ١ مليون ذبذبة لكل ثانية وعلى ذلك فإن :

طول الموجة	١ م	١ سم	١٠ سم
الذبذبة (ميجا هرتز)	٣٠٠٠٠٠	٣٠٠٠٠	٣٠٠٠
طول الموجة	١ م	١٠ م	٢٠ م
الذبذبة (ميجا هرتز)	٣٠٠	٣٠	١٥

ويتم دراسة ، ما يصلنا من إشعاع راديوى من الأجسام غير الأرضية بواسطة الأجهزة الفلكية الراديوية ، مثل المنظار الراديوى ومقياس التداخل . وعلى حسب طريقة عمل هذه الأجهزة يمكن إستقبال نطاق ضيق من الموجات .

إن شدة الإشعاع الراديوى يمكن تمييزها بطرق مختلفة . فعلى سبيل المثال يتم ذلك بإعطاء الطاقة الموجودة فى حيز عرضه ١ هرتز والتى تسقط فى كل ثانية على مساحة قدرها ١ م^{٢} . أما إذا كنا بصدد إشعاع منطقة كبيرة فى السماء (كبيرة بالنسبة لكفاءة تفريق الجهاز المستخدم) فإن ذلك يستلزم أن تُنسب الطاقة أيضا إلى وحدة الزاوية المجسمة أو إلى الدرجة المربعة . وأحيانا يُعطى بدلا من الطاقة درجة الحرارة المكافئة ، التى يمكن أن يكون عليها جسم رمادى يشع بنفس الشدة فى نفس الحيز الطيفى . وقد تم أيضا تحديد أقدار لمعان راديوى بالنسبة للمنابع الراديوية (← اللمعان) .

تتساوى درجة الحرارة المكافئة مع درجة الحرارة الفعلية للمادة فقط عندما يكون العمق الضوئى للمادة ، فى الذبذبة تحت الإختبار ، غير منفذ وإلا فإن درجة الحرارة المكافئة تكون أقل من الأخرى . ومن هنا فإن درجة الحرارة المكافئة لمناطق HII الكثيفة فى مادة ما بين النجوم ، على سبيل المثال ، فى الموجات السنتيمترية والديسيمترية تساوى درجة حرارة الاليكترونات ، أى حوالى ١٠٠٠٠°ك أما فى مناطق الموجات المترية فهى أقل من ذلك .

ولابد من التمييز بين ما يسقط فى الثانية من طاقة وما يستقبله الهوائى ، أى كفاءته . من أجل ذلك تم تعريفه درجة حرارة الهوائى ، التى تكفى معرفتها فى حالة القياسات النسبية .

ماهية الإشعاع الراديوى : إن جزءا من الإشعاع الراديوى عبارة عن إشعاع حرارى ، فكل جسم يبعث بإشعاع كهرومغناطيسى يتناسب مع درجة حرارته . وبنقص درجة الحرارة تقل كذلك الطاقة

المنبعثة ، وتتزحزح مع ذلك منطقة أكبر إشعاع ناحية الموجات الأطول (← قوانين الإشعاع) . من هنا فإن جسما فى درجة حرارة الحجره ، لا يشع فى النطاق البصرى ، يمكنه أن يبعث بأشعة راديوية محسوسة . علاوة على ذلك فإن الإشعاع الراديوى الحرارى ينشأ أيضا فى مناطق HII من مادة ما بين النجوم ، التى يكون فيها الهيدروجين كامل التأين وذلك عن طريق الإنتقال الحر ـ حر فى المجالات الكهربية للأيونات (← الطيف) . أما الجزء غير الحرارى فيلعب دورا أكبر فى الإلاشعاع الراديوى . وينبعث جزء من ذلك أثناء تذبذب البلازما . فإذا ما أزيحت الاليكترونات السالبه بالنسبة للأيونات الموجبة بقوة ما فى بلازما ، أى فى غاز متأين ، فإن قوة الجذب تعمل كقوة معاكسه وتؤدى إلى الذبذبات . ومن الواضح أن مثل هذه الذبذبات تنشأ من سريان تيارات بلازمية فى إتجاهات مضادة أو تصادمها مع بعضها . ولا يزال المفهوم النظرى غير كامل عن تلك العملية . والإشعاع السينكروترونى غير حرارى أيضا (إشعاع الابطاء المغناطيسى) . ينبعث هذا الإشعاع من الاليكترونات السريعة جدا (التى تناظر طاقتها تقريبا طاقة الأشعة الكونية) والتى تتحرك فى مدارات حلزونية حول خطوط المجال المغناطيسى وتفقد أثناء ذلك بعض طاقتها . وللإشعاع السينكروترونى طيف مستمر وهو مستقطب ، أى أن ذبذباته تحدث فى مستوى واحد . وبذلك فإن الاليكترونات لا تُشع بطريقة مماثلة فى جميع الإتجاهات وإنما فى الواقع فى إتجاه حركتها فقط . وقد وجد أيضا فى النطاق البصرى لبعض الأجسام التى عُرِّفت بأنها منابع راديوية إشعاعا شديد الإستقطاب ويعتقد أن هذا ناشئ بفعل السينكروترون .

بجانب الطيف المستمر يوجد أيضاً طيف خطى فى النطاق الراديوى منه الانبعاثى والامتصاصى . وأشهر هذه الخطوط هو خط ٢١سم الذى يأتى من غاز هذا الخط نتيجة للتغيير المفاجئ فى عزم دوران الاليكترون ، بالنسبة لعزم دوران نواة ذرة الهيدروجين ، ويمكن أن يكون هذين العزمين متوازيين أو متضادين فى الإتجاه . ويحدث إنبعاثات الخط ٢١سم عندما تتحرر طاقة أثناء إنعكاس الدوران ، كما يحدث كخط إمتصاص عندما تتواجد ذرات الهيدروجين المتعادلة بين منبع راديوى قوى والمشاهد . ينبعث أيضا من الهيدروجين الغير نجمى خطوطا عندما تنتقل الإليكترونات من مستوى طاقة عال إلى مستوى مجاور . ولتلك الخطوط نظيراتها فى النطاق البصرى من الطيف ، على سبيل المثال خطوط بالمر (← الطيف) . وقد رُصدت على سبيل المثال الانتقالات من المستوى ١٦١ إلى ١٦٠ أو من المستوى ١٦١ إلى المستوى ١٥٩ . على أن ذرات الهيدروجين تصل إلى هذا المستوى العالى عندما يلتحم إليكترون مع بروتون بعد التأين . وقد تم أيضا إكتشاف خطوط إستئناف الإتحاد بالنسبة للهليوم المتأين مرة واحدة و(من المحتمل) الكربون فى النطاق الراديوى .

تنشأ خطوط الإنبعاث أو الإمتصاص فى جزيئات مادة ما بين النجوم ؛ NH_3 (الأمونيا ؛ λ = ١٢٠ ـ ١٫٢٦ سم) ، H_2O (الماء ؛ λ = ١٫٣٤٨ ـ ١٫٦٤) ، CHOH (الفورمالدهايد ، λ = ٦٫٢١ ، ٢٫٠٧ ، ١٫٠٣ سم) ، CO (أول أكسيد الكربون ؛ λ = ٠٫٢٦ سم) ، CN (السيانوجين ؛ λ = ٢٫٦٤ سم) ، HCN (هالوجين السيان ؛ λ = ٠٫٣٤ سم) وكذلك HC_3N (سيان استيلين ؛ λ = ٣٫٣ سم) عند الانتقالات بين مستويات دوران الجزيئات . وتنشأ خطوط HO (شق الهيدروكسيل) الأربعة عند λ = ١٨ سم بالتأثير المتبادل بين الاليكترون الدوار ودوران الجزىء ومن التأثير المشترك لعزم البروتون المغناطيسى مع المجال المغناطيسى للإليكترونات الداخلية . وتوجد علاقة بين شدة هذه الخطوط الأربعة فى حالة التوازن

الديناميكى الحرارى . ونجد هذه العلاقة النظرية بين شدة الخطوط الأربعة عند مشاهدة خطوط HO كخطوط إمتصاص . أما إذا ظهرت كخطوط إنبعاث فيحدث عموما إختلاف كبير عن القيمة النظرية . ومن الواضح أن هناك عاملا مؤثر غير حرارى يعمل على هذا الإنبعاث مثل الذى يلعب دورا كبيرا فى حالة إشعاع الميزر والليزر . ولا تزال العملية الحقيقية غير معروفة حتى الآن . شوهدت أيضا خطوط دوران من HO الـغير نجمى عند λ = ٦٫٣ ، ٥ ، ٨٫٣سم .

(I)الاشعاع الراديوى من المجموعة الشمسية : إن الإشعاع الراديوى للشمس وإن كان صغيرا إذا قورن بإشعاعها فى النطاق البصرى . يمكن مشاهدته بسبب البعد البسيط بيننا وبين الشمس . ويمثل إشعاع الشمس الغير مضطرب (الإشعاع الراديوى للشمس الهادئة) الإشعاع الحرارى الدائم لكل من الكروموسفير والكورونا . فوق هذا الإشعاع نجد الإشعاع المضطرب (الإشعاع الراديوى للشمس المضطربة) الذى تظهر فيه أنواع كثيرة من الاشعاع غير الحرارى . ويصوره أقرب ← الشمس .

أمكن أيضا رصد إشعاع راديوى حرارى من ← القمر ومن كل الكواكب بإستثناء بلوتو . وهذه امثلة لأجسام ذات درجات حرارة منخفضة . ليس لها إشعاع ذاتى فى النطاق البصرى ولكن إشعاع راديوى محسوس ينبعث منها . وغير حرارى ، على العكس من ذلك ، هو الإشعاع الراديوى الذى نستقبله من ← المشترى والذى ينبعث بالإضافه إشعاعه الحرارى .

(II) الإشعاع الراديوى من مجرة سكة التبانه : توجد أنواع عديدة من الإشعاع الراديوى لسكة التبانه ، أى من الأشعة الراديوية المجرية . التى يمكن تقسيمها إلى طيف مستمر وآخر مكون من خط أو عدة خطوط . أيضا فانه من الممكن فى الطيف المستمر من الإشعاع الراديوى التمييز بين الإشعاع الراديوى «العام» ، الذى يأتى بصورة منتظمة تقريبا من أماكن بعيدة فى السماء . وبين ← المنابع الراديوية المنعزلة . والأخيرة عبارة عن مناطق متغيرة ذات إشعاع راديوى شديد يرتفع على وجه الخصوص فوق الإشعاع العام . ويتم دراسة توزيع شدة الإشعاع المستمر فى السماء عند أطوال موجية مختلفة وتُسجل بعد ذلك على خرائط أيزوفوتيه (متساويات الشدة) .

وجزء من الإشعاع الراديوى ذى الطيف المستمر حرارى والجزء الآخر غير حرارى . ويحاول الباحثون فصل كل من الجزئين حسب مجرى شدة الطيف . وهذا ممكن جزئيا على الأقل لأن شدة الإشعاع غير الحرارى تتناقص بدرجة أكبر ناحية الموجات القصيرة عن الإشعاع الراديوى الحرارى . ومن هنا فإن النسبة بين الجزئين تختلف تبعا لطول الموجة .

(ا) ينشأ الإشعاع الراديوى الحرارى فى مناطق من غاز ما بين النجوم ، الذى يوجد فيه الهيدروجين متأينا . ويمكن مشاهدة هذا الإشعاع فى النطاق الديسمترى من الموجات القصيرة . وهنا يظهر هذا الإشعاع نتيجة لما ذكرنا من إختلاف فى شدة الطيف أقوى من الإشعاع غير الحرارى ، عنه فى حالة الموجات الطويلة . إن مناطق H II الكثيفة جدا والتى نشاهد غير البعيد منها كسدم إنبعاثية لامعه ، تشع فى الموجات الديسمترية كثير من الأشعة الراديوية الحرارية بحيث تظهر كمنابع راديوية بالنسبة لما يجاورها من مناطق ضعيفة الإشعاع الراديوى . ومناطق H II الأقل كثافة ، والتى ترى أيضا خافتة الإضاءة فى النطاق البصرى لها إشعاع راديوى خافت ومتشتت فى الموجات الديسمترية . وتتواجد مناطق H II فى الأذرع الحلزونية ولهذا فإن الإشعاع الراديوى الحرارى يأتى من المناطق على القبة السماويه التى نرى فيها سكة التبانه فى النطاق البصرى . ويستقبل أيضا إشعاع راديوى حرارى منبعثا من السدم الكوكبية .

(ب) إن كل ما يبعث من مجموعة سكة التبانه من إشعاع راديوى فى الموجات الأطول من ١م هو إشعاع غير حرارى . وفى الأطوال الموجية التى تزيد عن ١٠م نجد أن الإشعاع الراديوى غير الحرارى أقوى من الإشعاع الحرارى للسدم الإنبعاثية الكثيفة ، لهذا فإن تلك السدم تبدو «داكنه» فى وسط «لامع» ، لأنها لا تسمح بنفاذ الاشعاع الغير حرارى لما خلفها من ماده (أى أنها فى هذا النطاق الموجى عميقة ضوئيا) . يمكن ، حسب توزيع شدة الطيف على الكره السماوية التمييز بين مركبتين : (α) مركبة غير منتظمة «المركبة القرصية» وتأتى مما نراه فى النطاق البصرى كسكة التبانه . وهذا الإشعاع الراديوى يحتمل أن يكون ناشئا من الأذرع الحلزونية ، التى ينبعث منها كإشعاع سينكروترونى من الإليكترونات سريعة الحركة فى المجال المغناطيسى الغير نجمى . وقد جرت محاولات عديدة لرسم الأذرع الحلزونية بدلالة هذا الإشعاع . (β) مركبة منتظمة وقليلة الشدة ، تأتى من جميع أجزاء السماء . شدة هذه المركبة أقوى ما تكون بالقرب من مستوى سكة التبانه وعند الإتجاه إلى مركز المجره . ويعتقد أن تكون هذه المركبة ناتجة كإشعاع راديوى سينكروترونى من الإليكترونات التى تغلف مجرة سكة التبانه بطبقة رقيقة على شكل هالة مجرية . ينبعث من مركبة الهالة هذه إشعاع راديوى أكثر من المركبة القرصية ، لأنها تأتينا من حيز كبير فى السماء . إلا أنه يصعب فصل هذه المركبة ، التى مازال بعض الراصدين يشك فى وجودها عن الإشعاع الراديوى من خارج المجرة . أما الإشعاع الراديوى غير المستمر فينشأ فى مادة ما بين النجوم وبواسطته يمكن أحيانا دراسة بعض السحب الغير نجمية ، فقد توجد هذه قريبة من بعضها بحيث لا يمكن تمييزها كمنابع منفصلة . ينطبق ذلك قبل أى شئ على سحب الهيدروجين المتعادل ، سحب HI ، التى ينبعث منها الخط ٢١سم والتى تنتظم على طول الأذرع الحلزونية . ومن هنا فإن أرصاد هذا الخط لها أهمية كبيرة ، مثلا فى دراسة تركيب ← مجموعة سكة التبانه . كما أنه بواسطة خطوط إستئناف الاتحاد ، عالية الاثارة ، من الهيدروجين الغير نجمى وأيضا بواسطة خطوط الجزيئات يمكن دراسة سحب منفرده من ← غاز ما بين النجوم ، التى تكون أحيانا صغيرة جدا .

(III) الإشعاع الراديوى من خارج المجرة : أمكن إستقبال إشعاع راديوى قادم من خارج مجرة سكة التبانه . وهذا الإشعاع عبارة عن إشعاع ← المنابع الراديوية الخارجية . وقد أمكن التأكد من تطابق هذه المنابع مع أماكن مجموعات نجومية معروف مكانها بصريا . وعلى وجه العموم فإننا نميز من ناحية بين المجموعات النجومية العادية ، أى التى تُشع بدرجة قليلة فى النطاق الراديوى (على سبيل المثال ينتمى إلى هذه المجموعة بالنسبة لراصد خارجى كل من سديم المرأة المسلسلة وسكة التبانه) وبين المجرات الراديوية من ناحية أخرى ، التى تُشع بدرجة كبيرة تبلغ فى بعض الأحيان ملايين المرات أكبر مما تشعه المجرات العادية ، فى النطاق الراديوى . وتوجد ← المنابع الراديوية الشبيهة بالنجوم خارج مجرة سكة التبانه .

علاوة على هذا يوجد إشعاع راديوى خارجى يأتى بدرجة متساوية من جميع أنحاء السماء . ويتضح من تركيبه الطيفى أنــه عبارة عن إشعاع جسم رمادى تبلغ درجة حرارته ٣°ك . نشأ ← ٢٠٠ إشعاع الثلاث درجات من المرحلة الأولى التى كان عليها الكون . ← كسمولوجى .

الإشعاع الراديوى

radioradiation
rayonnement radioélectrique *(sm)*
Radiostrahlung *(sf)*

هو ← إشعاع الذبذبات الراديوى .

أشعة رونتجن

Röntgen rays
rayons de Röntgen *(pm)*
Röntgenstrahlen *(pm)*

أشعة موجية كهرومغناطيسية مثل الضوء ، إلا أن موجاتها أقصر منه بكثير . وأشعة رونتجن غير مرئيه وأطوال موجاتها محصورة من حوالى ١٠٠ إلى ٠٫٠١ أنجشتروم (أى $١٠^{-٦}$ إلى $١٠^{-١٠}$ سم ، ← الطيف) . وتعرف أشعة رونتجن التى تقل موجاتها عن ٠٫١ إلى ٠٫٠١ أنجشتروم **بأشعة جاما** .

الإشعاع السينكروتروني

synchrotron radiation
rayonnement synchrotron *(sm)*
Synchrotronstrahlung *(sf)*

هو الإشعاع الذى ينبعث من الاليكترونات السريعة التى تدور حول خطوط مجال مغناطيسى ؛ ← إشعاع الذبذبات الراديوى . وقد أتت التسمية من مشاهدة الإشعاع لأول مرة فى السينكروترون ، أى آلة إسراع الجسيمات ، فى مجال دراسة الفيزياء النووية .

الإشعاع العالى

cosmic radiation
rayonnement cosmique *(sm)*
Höhenstrahlung *(sf)*, Ultrastrahlung *(sf)*

هو ← الأشعة الكونية

أشعة جاما

gama rays
rayons gamma *(pm)*
Gamastrahlen *(pm)*

أشعة قصيرة الموجة جدا ، ← أشعة رونتجين .

الأشعة القطبية

polar rays
rayons polaires *(pm)*
Polarstrahlen *(pm)*

أشعة ← كورونا الشمس ، التى ترى أثناء حضيض دورة البقع الشمسية فى المناطق القطبية من الشمس .

الأشعة الكونية

cosmic rays, cosmic radiation
rayonnements cosmiques *(pm)*
kosmische Strahlung *(sf)*

هى أشعة جسيمية هائلة الطاقة تدخل فى مجال الأرض من الكون الخارجى . وشدة الأشعة الكونية أقل ما يمكن عند خط الإستواء وأكبر ما يمكن عند القطبين (التأثير القطبى أو تأثير خطوط العرض) . من ذلك يمكن إستنتاج أن الأشعة الكونية عبارة عن جسيمات مشحونة يتحول مدارها إلى القطبين بفعل المجال المغناطيسى الأرضى . وهناك تجمعات أخرى موجودة فى ← الأحزمة الإشعاعية حول الأرض . وجسيمات الأشعة الكونية عبارة عن ذرات تامة التأين ، أى نوى ذرات .

عند دخول جسيمات الإشعاع الابتدائى جو الأرض وإصطدامها بجزيئات الهواء تبدأ مجموعة من عمليات التحول ، فينشأ إشعاع ثانوى ذو جسيمات أكثر بكثير عما كان موجودا فى الإشعاع الابتدائى . ونميز فى الإشعاع الثانوى بين مركبتين ، الصلبه والطريه : (١) **الإشعاع الثانوى الطرى** وينشأ من الفرملة المفاجئة للإشعاع الإبتدائى . بذلك تنشأ أولا كمات ضوئية قصيرة الموجة جدا ، اى عالية الطاقة تتحول سريعا إلى أزواج من الإليكترونات والبروتونات وهذه بالتالى تتحلل إلى كمات ضوئية أخرى وهكذا . فى أثناء التحول المتتالى يظل عدد الكمات والجسيمات يزداد من مره إلى أخرى فى تسلسل على شكل تيار متزايد وذلك حتى لا تستطيع الكمات الضوئية إنتاج أية أزواج أخرى . ومن النادر أن يصل رذاذ كبير من هذا التيار إلى سطح الأرض . (٢) **الإشعاع الثانوى الصلب** ويتكون من ميزونات نوع محدد من الجسيمات الأولية ، التى تنطلق أثناء مرور جسيمات الإشعاع الإبتدائى خلال الذرات . وهذه الميزونات عالية الطاقة لدرجة أنها لا تصل فقط إلى

سطح الأرض بل يمكن كذلك أن تصل إلى عمق ١٠٠٠م فى الماء .

يهم الفلك بالأشعة الإبتدائية التى يمكن رصدها فقط فى الارتفاعات الكبيرة بواسطة صعود البالونات أو إطلاق الصواريخ والأقمار الصناعية وذلك لأن هذه الأشعة تتم فرملتها فى الغلاف الجوى الأرضى . إن أول ما يدور البحث عنه هو طاقة هذه الجسيمات . وقد وجد أنها تتحرك بسرعة تقترب من سرعة الضوء وأن طاقتها تبلغ من $١٠^{٩}$ إلى $١٠^{٢٠}$ إليكترون فولت . وهو ما يزيد بكثير عما وصل إليه الإنسان بأكبر المعجلات . من هنا يتضح أنه من الممكن حدوث تفاعلات نووية بالتأثير المتبادل مع نوى الذرات الأخرى ، وذلك بكيفية لا يمكن محاكاتها معمليا . وقد أدت أرصاد الأشعه الكونية إلى إكتشاف جسيمات أولية كثيرة .

وتجرى البحوث كذلك حول تكوين الإشعاع الإبتدائى . وقدوضح أن هناك إختلافا مميزا بين التركيب الكيماوى للأشعة الابتدائية ومتوسط شيوع العناصر فى الكون . ولا ينطبق ذلك فى حالة نسبة الهيدروجين إلى الهليوم . والفروق الأساسية خاصه بالعناصر الخفيفه ، الليثيوم والبيريليوم والبورون ، التى يزيد شيوعها فى الأشعة الكونية مليون مره عن متوسط شيوعها فى الكون ، بينما تبلغ الزيادة فى شيوع العناصر الثقيلة مثل الحديد والنيكل فقط عشر مرات . وأثقل عنصر وجد حتى الآن فى الأشعة الكونية هو لعدد ذرى قريب من ٩٢ أى حول نواة الثوريوم أو اليورانيوم .

لم يتضح بعد كيفية نشأة الأشعة الكونية ، إلا أنه من المؤكد أن جزءا صغيرا منها ينبع من الشمس ويزداد هذا الجزء بشدة عند حدوث الإضطرابات الشمسية . وتبعا لبعض النظريات فإن كل الأشعة الكونية تنشأ من عمليات مماثلة فى نجوم أخرى . ويغلب مناقشة نظرية تُعزى نشأة الأشعة الكونية إلى الإنفجارات فى نجوم السوبرنوفا (الفوق جديدة) . وتُرجح دراسة ⟵ سديم أبو جلمبو ، الذى يعتقد بأنه بقايا إنفجار سوبرنوفا ، من إحتمال إستمرار إنطلاق جسيمات ذات طاقة هائله حتى الآن . وفى الطريق أثناء مرورها فى مادة ما بين النجوم تتأثر الأشعة الكونية بالمجال المغناطيسى هناك ويتغير إتجاهها . ومن المحتمل أن يقبض المجال المغناطيسى على هذه الجسميات فيه ، كما لو كانت فى خزان ويعوقها عن الإفلات من الطريق اللبنى . ولابد أثناء الاصطدام بذرات غاز ما بين النجوم من حدوث تحولات نووية ، تؤدى إلى تغيير كبير فى تركيب الأشعة الكونية . بهذا يمكن تعليل زيادة شيوع العناصر الخفيفة التى يُحتمل أن تكون قد نشأت من إنشطار نويات أثقل من غاز ما بين النجوم . أما الجسيمات الثقيلة جدا الموجودة فى الأشعة الكونية فيحتمل أن تكون ، على النقيض من ذلك هى الجسيمات الأصلية التى إنطلقت أثناء إنفجار السوبرنوفا . كما يحتمل أن يكون جزءا من الأشعة الكونية ، خصوصا النويات ذات الطاقة العالية جدا ، مصدره المنابع الراديوية الشبيهة بالنجوم أو المجموعات النجومية ذات النواة الغير مستقرة والتى تحدث فيها عمليات على هيئة إنفجارات . رب هذه الحالة تدخل تلك الجسيمات إلى المجره من الخارج .

أشكال فيدمان شتيتن

widmanstätten figuers
figures de widmanstättem *(pf)*
Widmanstättensche Figuren *(pf)*

⟵ نيزك .

إضاءة السدم

nebular illumenation
lueur nebulaire *(sf)*
Nebelleuchte *(sf)*

⟵ غاز ما بين النجوم .

الإضاءة الذاتية للغلاف الجوى الأرضى

airglow
lueur atmosphèrique *(sf)*
Eigenleuchte der Erdatmosphäre *(sf)* .

(١) ⟵ ضوء المساء ، (٢) ⟵ الضوء القطبى .

الإضطراب

perturbation
perturbation *(sf)*, **inégalité** *(sf)*
Störung *(sf)*

هو تغيير طفيف فى مدار جسم سماوى حول جسم سماوى آخر وذلك بسبب تأثير جاذبية جسم ثالث أو أجسام أخرى عديدة. ويعتمد مقدار الإضطراب على كتلة الأجسام السماوية وكذلك على الأبعاد بينها.

والإضطرابات نوعين:

(١) إضطرابات دورية

وتظهر بحيث تتعادل ثانية بعد فترات زمنية منتظمة.

(٢) إضطرابات حقبية

وهى على العكس من ذلك تؤثر بإستمرار وعلى نفس المنوال ويمكن أن تكون ذات خطورة بعد وقت طويل نسبيا على إستقرار المجموعة من الأجسام السماوية تحت الإعتبار. وفى داخل المجموعة الشمسية تؤثر الكواكب بصورة إضطرابية على مدارات الكواكب الأخرى وعلى مدارات الكويكبات والمذنبات، وإن كان التأثير الإضطرابى التبادلى للكواكب على بعضها صغير، وذلك لأن كتلها صغيرة بالنسبة للشمس، هذا بالاضافة إلى أن الأبعاد بينها كبيرة جدا. والعناصر التى تحدد حجم ووضع مدار كوكب ما فى الفضاء، أى نصف القطر الأكبر واللامركزية والميل على دائرة البروج خالية من الإضطرابات الحقبية. ولهذا فإن مدارات الكواكب نفسها لاتعانى من تغيرات أساسية، أى أنها مستقرة بإستمرار. ويحدث لكل من لامركزية المدار وميله تغييرات دورية طويلة الدورة، إلا أن ذلك لا يؤثر على إستقرار المدارات ذاتها. وتعانى من الإضطرابات الحقبية أطوال كل من الحضيض الشمسى والعقدة الصاعدة فقط، إلا أن هذه الإضطرابات أيضا لا تؤثر على إستقرار مدارات الكواكب. وإذا ما أردنا حساب مواقع لفترات زمنية بعيدة مسبقا أو إذا ماكان هدفنا تحقيق توافق تام بين الحسابات والإرصاد للمدار الظاهرى لجرم سماوى ما فلابد فى هذه الحالة من أخذ كل الإضطرابات المذكورة فى الإعتبار.

وعلى خلاف مدارات الكواكب يمكن أن تضطرب مدارات الكويكبات والمذنبات كثيرا بفعل قوى جذب الكواكب، فتحدث بذلك تغييرات كبيرة فى المحور الأكبر وفى ميل ولامركزية المدار.

علاوة على هذا تعمل الشمس على إضطراب مدار القمر حول الأرض. وهذا الإضراب كبير جدا، لأن كتلة الشمس ـ مسببه الإضطرابات ـ كبيرة جدا والمسافة صغيرة نسبيا. وبذلك يحدث عدم إنتظام فى ← حركة القمر.

فى أثناء **حسابات الإضطراب**، أى عند إستخراج الإضطراب بالحساب يمكننا أن نسلك أحد طريقين: (١) **طريقة الإضطراب العام** وتبعا لها فإننا نحاول الحصول على علاقات رياضية صالحة للإضطراب يدخل فيها الزمن كبعد مطلق. وإذا ما أريد بعد ذلك، عند نقطة زمنية ما، حساب عناصر المدار أو موقع جسم سماوى فى مداره فإننا نُدخل فى المعادلات الرياضية (متطورة فى مسلسله) قيمة الزمن فقط، الذى نعرفه من النقطة الزمنية المراد الحساب عندها وبذلك نستطيع حساب القيمة المنشوده. وحيث أن المعادلات مكتوبة بطريقة تجعلها صالحة لجميع الأوقات فإن ذلك يمكننا من إلقاء نظرة عن تأثير الإضطرابات. أى أننا نستطيع، على سبيل المثال، تقييم مدى إستقرار المجموعات الكوكبية مثلا. وفى أثناء تطبيق هذه الطريقة لابد من أخذ كل المؤثرات على حركة الجرم السماوى تحت الفحص، فى الإعتبار، الشئ الذى تُمثل صعوبات بالغة فى حالة اللامركزية الكبيرة وأيضا فى حالة ميل مدارات الكويكبات وخصوصا المذنبات. (٢) **طريقة الإضطراب الخاص** وتبعا لها ننطلق بالنسبة للجرم السماوى من مدار معين، ثم تحديده عند نقطة زمنية معينة، وهى نقطة التماس، وتعرف عندها عناصر

المدار بالعناصر التماسية . ويتم بواسطة التكامل العددى وبالنسبة للنقطة الزمنية القادمة على مراحل حساب تأثير لإضطراب على الكوكب . ولهذه الطريقة ميزة أنها ممكنة التطبيق على كل أشكال المدارات وبدرجات دقة إختيارية هذا علاوة على أنها تعطى نتائج سريعة لكل الأزمنة القريبة من نقطة التماس . أما إذا ما أريد من ناحية أخرى حل عند زمن معين بعيد عن نقطة التماس فإن ذلك يتطلب حساب الإضطراب لكل الأزمنة البينية بدقة .

وقد إتضح مدى نجاح حسابات الإضطراب عندما تم إستنتاج وجود الكوكب نبتون من الإضطراب فى مدار يورانوس كما أستدل على وجود الكوكب بلوتو من الإضطراب فى مدار نبتون وذلك قبل أن يتم إكتشاف هذين الكوكبين عن طريق الإرصاد .

الاضطرابات فى حركة القمر

equation of the center
inégalité de la lune *(sf)*
Ungleichung des Mondes *(sf)*

← حركة القمر .

أطلس

Atlas *(L)*

أحد النجوم فى حشد ← الثريا .

أطلس نجومى أو أطلس السماء

star atlas
carte du céleste *(sf)*, **atlas des étoiles** *(sm)*
Himmelsatlas *(sm)*,**Sternatlas** *(sm)*

مجلد يحتوى على ← خرائط النجوم المختلفة .

الأطوار

phases
phases *(pf)*
Phase *(pf)*

هى أشكال إضاءه الأجرام السماوية التى لا تضئ بذاتها . يحدث **التغير ى الطور** نتيجة لتغيير الوضع النسبى لكل من الشمس والجرم المضاء والأرض . تسمى الزاوية عند الجرم السماوى بين الخطين الواصلين من الجرم السماوى وكل من الشمس والأرض **بزاوية الطور** . وليس القمر فقط هو الذى تتغير أطواره (← أطوار القمر) وإنما الكواكب الداخلية أيضا ، عطارد و ← الزهرة .

أطوار القمر

Phases of the moon
phases de la lune *(pf)*
Mondphase *(pf)*

← أوجه القمر

الأطوال الموجية

wavelengths
longueures d'onde *(pf)*
Wellenlänge *(pf)*

يرمز لطول الموجة بالرمز λ ، وهو عبارة عن المسافة بين نقطتين متشابهتين ومتتاليتين فى عملية موجية أو ذبذبة . وتعطى أطوال الموجات الضوئية بوحدات الأنجشتروم (١ °أ = $١٠^{-٨}$ سم) أو بالنانومتر (١ نم = $١٠^{-٩}$ م = ١٠ °أ) .

إعادة الإتحاد

recombination
recombinaison *(sf)*
Rekombination *(sf)*

إقتناص إليكترون بواسطة أيون مع إشعاع طاقة التأين وطاقة حركة الإليكترون . يتسبب ذلك فى حدوث **إضاءه إعادة الإتحاد** (← تركيب الذرة ، ← التأين ، ← الطيف) .

الإعتام الحافى

limb darkening
assombrissement du bord *(sm)*
Randverdunklung *(sf)*

هو مايُشاهد فى النطاق البصرى من نقص اللمعان المساحى لقرص الشمس بالاتجاه من مركز الشمس إلى حافتها . وفى بعض المناطق الطيفية الأخرى ، وعلى وجه التحديد فى نطاق أشعة رونتجن

وفى الأشعة الراديوية يلاحظ على النقيض من ذلك **لمعان حافى**، أى زيادة فى شدة الإشعاع كلما إتجهنا إلى حافة قرص الشمس (← الشمس).

وهناك أيضا إعتام حافى فى حالة النجوم الثوابت، ويمكن مشاهدة ذلك فقط فى بعض الحالات الخاصة، مثل ← المتغيرات الكسوفية، لأن النجوم الثوابت تظهر نقطية الشكل.

الإعتدالين

equinox
équinoxe *(sm)*
Aequinoktium *(sn)*, **Tagundnachtsgleiche** *(sf)*

← نقطتى الإعتدالين.

الاعتدال الخريفى

autumnal equinox
équinoxe automnal *(sm)*
Herbstequinoktikum *(sn)*

← نقطتى لاعتدالين.

الإعتدال الربيعى

spring equinox
équinoxe vernal *(sm)*
Frühlingsequinokitkin *(sn)*

← نقطتى الإعتدالين.

أعجوبة قيطس (الأعجوبه)

Mira, Mira Cetei *(L)*

هى النجم أو ميكرون (٥) فى كوكبه قيطس وهو عبارة عن نجم متغير معروف وتسمى بإسمه مجموعة من المتغيرات يترنح اللمعان البصرى لأعجوبة قيطس بين القدرين الثانى والعاشر فى دوره طولها ٣٣١ يوما. والنجم من النوع الطيفى Mbe ونوع القوة الإشعاعية III، أى أنه عملاق أحمر؛ يقدر قطره بمئات المرات مثل قطر الشمس، كما يقدر بعده عنا بحوالى ٤٠ بارسك، أى ١٣٠ سنه ضوئية.

تم إكتشاف الأعجوبة كأول نجم متغير على يد القس د. فابريسيوس وسميت بالأعجوبة نظرا لتغيرها العجيب.

الأفق

horizon
horizon *(sm)*
Horozont *(sm)*, **Gesichtskreis** *(sm)*

هو خط تقابل المستوى الذى يصنع زاوية قائمة على الإتجاه الرأسى عند نقطة المشاهده مع الكرة السماوية. وبينما يمر **الأفق الحقيقى** بمركز الأرض يقطع **الأفق الظاهرى** العمود القائم على نقطة المشاهدة فى هذه النقطة ذاتها. وفى حالة أرصاد المجموعة الشمسية، على سبيل المثال فى مجال تحديد إرتفعاتها، يوجد فرق فى حالة إستخدام الأفق الظاهرى عنه فى حالة إستعمال الأفق الحقيقى. وقيمة هذا الفرق فى الأرتفاع نتيجة لاستعمال الافقيين على إرتفاع معين هى عبارة عن ← زيغ الجرم السماوى. ويستعمل الزيغ فى حساب الإحداثيات منسوبة إلى مركز الأرض. بمعرفة الإحداثيات عند سطح الأرض. أما فى حالة النجوم الثوابت فإن الفرق بين الأفق الحقيقى لا يلعب دورا يذكر نظرا لبعد النجوم الكبير.

الأفق الطبيعى هو عبارة عن الخط الفاصل بين السماء والأرض ويمتد مساره على مكان الراصد. وهناك أيضا الأفق الصناعى ويرمز به فى الفلك إلى أى مستوى أفقى تماما ويتحقق هذا إما بلوح زجاجى أو حوض من الزئبق. وبمساعدة أفق صناعى يتم التحديد الدقيق لإتجاه كل من السمت والنظير.

الإقتران

conjunction
conjonction *(sf)*
Konjunktion *(sf)*, **Gleichschein** *(sm)*

← وضع الشمس بالنسبة لكل من الأرض والكواكب.

إقترانى

synodic
synodique
synodisch

بالنسبة لوضع كل من الأرض والشمس.

أقدار النجوم

stellar magnitudes
magnitude stellaire *(sf)*
Sterngösse *(pf)*

مقياس يقاس به ← اللمعان فى حالة النجوم .

الأقرب القنطورى

proxima Centauri *(L)*

أقرب نجم ثابت منا ، ويبلغ بعده حوالى ١٫٣ بارسك أى ٤٫٣ سنة ضوئية . يوجد هذا النجم فى كوكبة قنطورس قريبا جدا من النجم α قنطورس ، الذى يبعد عنه فقط بحوالى ۰٫۰۲ بارسك . وكلا النجمين لا يُريان فى خطوط العرض الشمالية من البلاد العربية لكن اللامع منها يشاهد فى خطوط عرض جنوب الجزيرة العربية والسودان مائلا على الأفق الجنوبى فى ليالى الربيع . والأقرب القنطورى نجم خافت جدا ، حيث يبلغ لمعانه البصرى الظاهرى ١١٫٣ قدرا ولمعانه البصرى المطلق ١٥٫٧ قدرا ونوعه الطيفى M5e وهذا النجم أحد النجوم الحقاقه .

أقرب نقطة للشمس فى المدار

Perihel *(L)*
perihel
perihelie *(sm)*
Sonnennähe *(sf)*

← الحضيض الشمسى .

أقرب نقطة من النجم الرئيسى فى المدار

periastron *(L)*
periastron
periastre *(sm)*
Sternnähe *(sf)*

← الحضيض النجمى .

الأقزام البيضاء

white dwarfs
naines blanches *(pf)*
weisse Zwerge *(pm)*

نجوم صغيرة القطر جدا ، إلا أنها ذات درجة حرارة فعالة عالية جدا . وقطر الأقزام البيضاء صغير جدا ، لدرجة أن أقطارها أقرب إلى أقطار الكواكب منها إلى أقطار النجوم . وعلى ذلك فإن السطوح المشعة للأقزام البيضاء صغيرة وبالتالى فلمعانها المطلق منخفض ، على الرغم من إرتفاع درجة حرارتها الفعالة . وخلافا للأقزام العادية من النجوم تقل الأقزام البيضاء فى لمعانها المطلق بحوالى من ٨ إلى ١٢ قدرا عن نجوم التتابع الرئيسى ذات نفس النوع الطيفى . كذلك توجد الأقزام البيضاء فى شكل هرتز سبرنج رسل تحت التتابع الرئيسى بحوال من ٨ إلى ١٢ قدرا فى منطقة الأنواع الطيفية من B حتى G . يأتى إسم هذه النجوم من أول الأجسام المكتشفة منها والتى كانت من الأنواع الطيفية B حتى F ، أى بيضاء اللون . ويتميز طيف الأقزام البيضاء بظهور خطوط طيفية مطموسة المعالم بسبب عجلة التثاقل على السطوح أى بسبب الضغط العالى فى الغلاف الجوى لتلك النجوم . وتُكتشف الأقزام البيضاء على أساس هذه الخواص أو على أساس معامل لونها المميز .

تنحصر كتل الأقزام البيضاء من ۰٫۳ إلى مره قدر كتلة الشمس . بذلك تصل الكثافة المتوسطة للأقزام البيضاء إلى بضع ١٠٠٠٠٠ جم / سم³ (أى بضع ١٠٠ كجم لكل سم³ !) .

إن نتيجة هذه الكثافة الزائدة فى عدم وجود درجة حرارة عالية هى أن تصبح الإليكترونات الطليقة والموجودة بكثرة فى داخل النجوم حيوديه ولا تخضع لقوانين الغاز المثالى وذلك بسبب التأين التام والعالى . ومن إحدى خصائص المادة الحيودية عدم إعتماد ضغط الغاز على درجة الحرارة والكثافة معا وإنما على الكثافة فقط . ينتج من ذلك أن تصبح النجوم الحيوديه ذات تركيب داخلى آخر غير النجوم الموجوده مادتها فى الحالة الغازية العادية وليس الغاز فى الأقزام البيضاء حيوديا فى كل أجزاء النجم ، إذ يوجد غلاف حول النواه تنطبق عليه قوانين الغاز العادية . وسمك هذا الغلاف الجوى صغير للغاية بسبب عجلة الجاذبية المرتفعة . ومن الواضح أن

التركيب الكيماوى فى الغلاف الجوى للأقزام البيضاء غير وحد فبجانب الأقزام البيضاء ذات المحتوى الكبير ن الهيدروجين أكتشفت أخرى فيها نقص من الهيدروجين ، كما أن الهليوم أكثر عناصرها شيوعا . وفى داخل الأقزام البيضاء ذاتها لا يمكن وجود هيدورجين وإلا حدثت التفاعلات النووية بسرعات عالية وذلك بسبب الإرتفاع الكبير ى الكثافة والزيادة فى درجة الحرارة ، الشيء الذى يؤدى إلى زيادة قوة إشعاع الأقزام البيضاء كثيرا ما نشاهده . لنفس السبب فإن تفاعلات نووية أخرى لا يمكنها أن تبدأ . وبسبب الضغط العالى فى الداخل ، الذى يتحدد بالكثافة العالية ، فإن النجم لا يمكنه أن ينكمش فى أجزاءه الداخلية بحيث أن هذا المنبع من الطاقة ليس متوافرا . لهذا فإن كل الطاقة التى يتم إشعاعها تنشأ من الطاقة الحرارية المخزونة فى الداخل . ويعنى الفقد الدائم لهذه الطاقة الحرارية بدون تعويض ، أن يبرد القزم الأبيض تدريجيا بمرور الزمن . وبهذا تصل البروتونات والاليكترونات الموجودة إلى حالة مماثلة للموائع . ويؤدى التبريد الأكثر من ذلك إلى إنتظام الإليكترونات والبروتونات فى مكعبات ذات أقل طاقة .

توجد فى حالة النجوم الحيودية علاقة واضحة بين الكتلة ونصف القطر ، يقل تبعا لها نصف القطر مع زيادة الكتلة . إلا أنه فوق كتلة معينة ، تقريبا ١,٥ مرة قدر كتلة الشمس ، يصبح من غير لممكن وجود أى نجم ذا مادة حيودية تماما ، أى كقزم أبيض .

وتعتبر الأقزام البيضاء آخر مرحلة من تطور النجوم . فإذا ماكان لنجم ما بعد تكوينه من مادة ما بين النجوم (← كسموجونى) كتلة أقل من حد الكتلة ، ١.٥ مرة قدر كتلة الشمس ، فإنه يمكن لهذا النجم خلال تطوره الوصول إلى حالة الأقزام البيضاء . ومع التطور اللاحق (← تطور النجوم) يقترب غاز النجم فى المنطقة المركزية من الحالة الحيودية بدرجة أكثر . وإذا لم تكفى الطاقة المتحررة ، بفعل الإنكماش الذى يلى نفاذ تفاعل نووى معين ، وذلك بسبب صغر الكتلة ، إلى إشتعال التفاعل النووى التالى ـ فمثلا تفاعل الهليوم بعد الهيدروجين ـ فإن النجم يستمر فى الإنكماش إلى أن يصل فى داخله حتى حالة تعادل بالنسبة لنجم حيودى تماما ، أى حالة قزم أبيض . أما إذا كانت كتلة النجم وقت نشأته أقل من حوالى ٠,٠٧ إلى ٠٫٠٩ قدر كتلة الشمس ، فإن الطاقة المتحررة أثناء إنكماش النجم الأولى لا تكفى حتى لإشعال إحتراق الهيدروجين ، فيدخل النجم مباشرة إلى حالة تامة الحيودية ، أى الحالة الختامية . تسمى النجوم التى لها هذه الكتل الصغيرة ← بالأقزام السوداء . والنجوم ذات الكتل الأكبر من حد الكتلة لا بد أن تفقد جزء من كتلتها فى أثناء تطورها حتى تصل إلى الحالة المستقرة من الأقزام البيضاء . تمكن أن يحدث ذلك بواسطة عمليات شبيهة بالإنفجارات ، مثل إنفجارات النوفا ، كما يمكن أن يحدث نقصا مستمرا فى الكتلة وذلك عندما يصير لنجم فى أثناء تطوره عملاقا أو فوق عملاق . ومن الممكن أن يرمى النجم بكتل تحيط به كغلاف سديمى . ويجرى الربط بين ← السديم الكوكبى ونشأة مثل هذا النوع من الأقزام البيضاء . وفى حالة النجوم المزدوجة هناك إمكانية أخرى كى تصل إحدى المركبتين إلى حالة القزم الأبيض . تلك هى المركبة الأكبر كتلة عند نشأة المزدوج . تصل هذه المركبة إلى حالة العمالقة ثم بالتمدد البطئ للنجم يمكن أن تتغير جموعة منفصلة إلى أخرى نصف منفصلة ، تنتقل فيها الكتلة من النجم الأثقل إلى النجم الأخف . ويمكن أن يكون فقد الكتلة كبيرا درجة لا تسمح معها ببداية آية تفاعلات نووية أخرى وتصل المركبة ذات الكتلة الأكبر سابقا بالانكماش إلى حالة القزم الأبيض (← تطور النجوم) . يُعرف حتى الآن حوالى ١٠٠٠ قزم أبيض . ويأتى هذا العدد القليل نسبيا من صغر إحتمال أكتشاف الأقزام البيضاء ، الشئ الذى يرجع بدوره

إلى صغر لمعانها المطلق. ويمكن فقط إكتشاف الأقزام البيضاء فى المنطقة القريبة مباشرة من الشمس، ويتضح من الأبحاث الإحصائية أن الشيوع الحقيقى للأقزام البيضاء كبير جدا. كما أنه يسود الزعم بأن ١ إلى ١٠ ٪ من كل النجوم حول الشمس عبارة عن أقزام بيضاء. وقد أكتشفت أربعة أقزام بيضاء من نجوم القِلاص. كذلك فإن القزم الأبيض الشعرى اليمانية B، وهو المركبة الخافتة من النجم المزدوج الذى يُمثل الشعرى اليمانية مركبته الرئيسية، ينتمى مع الشعرى اليمانية إلى حشد متحرك، هو حشد الدب الأكبر. ثم إكتشاف الشعرى اليمانية كأول قزم أبيض نتيجة للحركة الذاتية غير المنتظمة لنجم الشعرى اليمانية (B النجوم المزدوجة)، وذلك قبل الإستدلال عليها بصرياً أو فوتوغرافيا. وهناك أيضا أقزاما بيضاء أخرى أعضاء فى مجموعات مزدوجة من النجوم، ليس من الضرورى أن تكون فيها المركبة الأخرى قزم أبيض. ومن المعقول أن يحدث التطور، فى هذه النجوم المزدوجة مثلما شرحنا سابقا.

الأقزام السوداء

black dwarfs
naines nories *(pf)*
schwarze Zwerge *(pm)*

أجسام شبيهة بالنجوم، لها كتل صغيرة جدا ولا يحدث فى داخلها تفاعلات نووية تؤدى إلى إنتاج طاقة.

تتمثل المرحلة الأولى من ← تطور النجوم، فى إنكماش المادة التى يتكون منها النجم وفى أثناء ذلك تنبعث طاقة تؤدى فى الحالة العادية إلى إرتفاع فى درجة الحرارة بدرجة تسمح بأن تبدأ التفاعلات النووية فى إنتاج الطاقة (← كسموجونى). فى حالة النجوم الأصلية، ذات الكتلة الصغيرة، وبالتحديد أقل من حوالى ٠٫٠٧ إلى ٠٫٠٩ كتلة الشمس لا تكفى الطاقة المتحررة لمثل هذا الارتفاع فى درجة الحرارة، بهذا لا تصل هذه النجوم إلى الطور العادى من التطور وإنما يغلب تكوين جسم بارد نسبيا نجد فيه الغازات كلية (← معادلات الحالة)، ولا يستعيض الجسم عن طاقة إشعاعه بطاقة نووية. وحيث أن شبيهات النجوم هذه صغيرة جدا وتختفى عن الأرصاد فقد شاعت تسميتها بالأقزام السوداء. ونظرا لعدم إمكانية رصدها فإنه لم يتم حتى الآن التأكد من وجودها عمليا.

أقمار

satellites
satellites *(pm)*
Monde *(pm)*, **Satellite** *(pm)*

← تابع، ← توابع.

الإكليل

corona
couronne *(sf)*
Korona *(sf)*

(١) ← الإكليل الجنوبى، (٢) ← الإكليل الشمالى، (٣) إكليل الشمس ← الكورونا الشمسية.

الإكليل الجنوبى

Corona Australis, CrA *(L)*
southern crown
couronne Australe *(sf)*
südlische Korona *(sf)*

إحدى كوكبات نصف الكرة الجنوبى

الإكليل الشمالى

Corona Borealis, CrB *(L)*
northern crown
couronne boréale *(sf)*
nordlische Korona *(sf)*

إحدى كوكبات نصف الكرة الشمالى التى ترى فى ليالى اليف وألمع (α) يسمى ← نير الإكليل أو نير الفكه.

أكوندوريت

achondorite
achondorite *(sf)*
Achondorit *(sm)*

← نيزك حجرى غير حبيبى.

إكسوسفير

exosphere
exosphère *(sf)*
Exosphäre *(sf)*, **aussere Atmosphäre** *(sf)*

الطبقة الخارجية من ← الغلاف الجوى الأرضى.

إكسونوفا

exonova
exonova *(sf)*
Exonova *(sf)*

← نوفا أو النجم المتجدد.

البتانى

Al Battani *(A)*

هو محمد بن جابر البتانى، أمير عربى فلكى. ولد ببلدة بتان، بين النهرين، عام ٨٥٨ م بالقرب من سامره، وقد رصد فى كل من آراكتى وأنتيوخ وبغداد. وبمقارنة أرصاده بأرصاد بطلميوس إكتشف حركة حضيض الشمس والتغيير فى ميل دائرة البروج، وأستخرج قيمة أكثر دقة لسبق الإعتدالين.

وقد أثبت البتانى (على عكس ما ذهب إليه بطلميوس) تغيير القطر الزاوى الظاهرى للشمس وما يتبع ذلك من إحتمال حدوث كسوف حلقى. وللبتانى أرصاد جليله فى الكسوف والخسوف. وقد وضع كتبا عديدة فى الفلك أهمها جداوله المعروفه «بالزيج الصابى»، الذى يعتبر من أصح الأزياج وترجم إلى عدة لغات وبقى مرجعا فى أوربا خلال القرون الوسطى وأوائل عصر النهضه.

وفى الهندسة أدخل إستعمال الجيوب وقد مكنت الترجمة اللاتينية لكتابه «حركة النجوم» «هيفليوس» من إكتشاف الإختلاف القرنى فى حركة القمر. وتخليداً للبتانى تم أطلاق إسمه على أحدى مناطق سطح القمر.

البتروغى

Alpetragius *(A)*

هو نور الدين البتروغى الذى عاش فى القرن الثانى عشر. ولد فى مراكش وعاش فى سيفيل. عمل خلال نظريته الكوكبيه على تطوير النظام المعقد لبطلميوس ولكن بنجاح قليل. وبالرغم من ذلك نال كتابه عن هذا الموضوع إهتماما كبيرا، حيث ترجم إلى العبريه فى القرن الثالث عشر ومنها إلى اللاتينيه ونشر فى فينيسيا عام ١٥٣١. وقد تم إطلاق إسم البتروغى على إحدى مناطق السطح غير المرئى من القمر.

البيرونى

Al Biruni *(A)*

هو أبو الريحان محمد بن أحمد البيرونى المولود عام ٩٧٣ فى خوارزم والمتوفى بها عام ١٠٤٨. يعتبر أعظم عقلية عرفها التاريخ فقد إشتهر فى كثير من العلوم وفاق علماء عصره. وكانت له إبتكارات وبحوث مستفيضه ونادره فى الرياضيات. ذهب إلى الهند وبقى هناك أكثر من أربعين عاما قام خلالها بنقل كثير من الثقافه العربية والإغريقيه والفارسيه إلى الهنديه. وفى نفس الوقت ترجم المؤلفات العلميه الهنديه إلى العربية فظهر ذلك جليا فى مؤلفاته. إشتهر بالطبيعه وله فيها جولات موفقه لاسيما علم الميكانيكا والهيدروستاتيكا. وقد لجأ البيرونى فى بحوثه إلى التجربه وجعلها محور إستنتاجه.

ومن أجل أعماله ما قام به من أرصاد فلكية ووضعه المؤلفات البسيطه ومنها يتبين إبتكاره لنظرية جديدة لإستخراج مقدار محيط الأرض، حيث إستعمل لذلك معادلة لحساب نصف قطر الأرض مازالت تعرف «بقاعدة البيرونى». وللبيرونى مآثر فى ميادين أخرى ضمنها أكثر من مئة وعشرين كتابا ورساله نُقل القليل منها إلى اللغات الأخرى فكان منهلا للغربين ومن المصادر الهامه فى دراساتهم. وتمجيدا للبيرونى تم إطلاق إسمه على إحدى مناطق الجانب غير المرئى من سطح القمر.

الطائر

Atair, Altair *(A)*

كوكبه ← المذبح.

العناق

Alamak *(A)*

⟵ عناق الأرض .

ألفا كلاب الصيد

Alpha canum Venaticorum *(L)*

⟵ نجوم ألفا كلاب الصيد .

ألفرض

Alphard *(A)*

⟵ قلب الشجاع .

المقنطرات

Almucantarat *(A)*
almucantar
almucantarat *(pm)*
Almukantarat *(pm)*

أنظر ⟵ الدوائر السمتية .

ألوان النجوم

star colours
couleurs des étoiles *(pf)*
Sternfarbe *(pf)*

تضئ النجوم اللامعة كما نراها فى ألوان متفاوتة . وفى حالة النجوم الخافته لا يمكننا تمييز ألوان معينة وذلك لأسباب تتصل بفسيولوجية للعين . وتأتى الألوان المختلفة من إختلاف توزيع شدة الإضاءة فى طيف النجم ، أى نتيجة لدرجات الحرارة المختلفة فى النجوم . وبالتحديد فكلما إزدادت درجة حرارة النجم كلما زادت نسبة إشعاعه فى الموجات القصيرة ، بحيث تترحزح النهاية العظمى لشدة الإشعاع فى الطيف دائما ناحية الموجات الأقصر . والنجوم الباردة جدا ، على سبيل المثال ، نجوم النوع الطيفى M تظهر لذلك مائله إلى الإحمرار بينما النجوم الساخنة مثل نجوم النوع الطيفى A تظهر على العكس من ذلك بيضاء مزرقه . (يتمشى ذلك مع الانتقال المعروف من الوهج الأحمر إلى الوهج الأبيض عند زيادة درجة حرارة كتلة من الحديد) ونتذكر الإختلافات جيدا حينا نقارن نجوما متقاربة الموقع فى السماء ومختلفة اللون . وهناك مثال مدرسى لذلك وهو نجمين فى كوكبه الجبار ؛ الرجل : النجم الساخن ، وإبط الجوزاء : النجم البارد . ويعطى نجم منقار الدجاجة إنطباعا جيدا فى المنظار ، حيث أن لمركبتيه لونين مختلفين تماما . ومن الصعب التفريق بين ألوان النجوم التى توجد قريبا من الأفق ، وذلك لأن ⟵ التألق اللونى يعمل على إضطراب اللون ؛ الأمر الذى يمكن التحقق منه فى حالة الشعرى اليمانيه . جرت محاولات لتقسيم ألوان النجوم على مقياس ألوان ، لكن ذلك لم تثبت له أية قيمة علمية . وحاليا تقاس فقط معاملات اللون ، التى يمكن أيضا إعتبارها مقياسا للون النجم ؛ فالنجم الأحرر جدا له على سبيل المثال قيمة موجبة كبيرة من ⟵ معامل اللون .

إن الكواكب ، وإن كانت كلها تعكس ضوء الشمس إلينا ، إلا أنها أيضا تضئ فى ألوان مختلفة جدا ؛ فمثلا يبدو المريخ محمرا وتبدو الزهرة بيضاء . ويرجع ذلك إلى الإختلافات فى الطبقات التى تعكس ضوء الشمس ، مثل الكثافة المختلفة للغلاف الجوى أو تلوين سطح الكواكب .

آلة الربع (المزوله)

Quadrant *(L)*
mural quadrant
quadrant mural *(sm)*
Mauerquadrant *(sm)*

⟵ الأجهزه الفلكيه القديمه .

آلة الربع السمتية

Quadrant *(L)*
quadrant
quadrant *(sm)*
Azimutalquadrant *(sm)*

⟵ الأجهزة الفلكية القديمة .

الآلة الشاملة

universal instrument
instrument universel *(sm)*
Universalinstrument *(sn)*

⟵ آلة القياس الزاوية .

آلة العبور

transit instrument
instrument de passages *(sm)*
Durchgangsinstrument *(sn)*,
Passage instrument *(sm)*

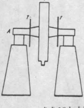
← آلة القياس الزاوية .

آلة القياس الزاوية

angular messuring instruments
instruments pour mesures des angles *(pm)*
Winkelmessinstrumente *(pn)*

آلة رصد فلكية يقاس بها إتجاه ضوء النجوم . إذا أردنا تحديد موقع نجم ما ، أى معرفة إحداثياته فى إحدى نظم الإحداثيات الفلكية ، فلابد لنا من إستخراج الإتجاه الذى يأتى منه شعاع النجم . ومثل هذه القياسات هى دائما قياسات زاوية . وما نستعمله فى هذه القياسات من آلات لابد أن يكون لها دقة قياس عالية ، حيث أن حل كثير من المسائل الفلكية يعتمد على دقة القياس التى تعرف بها مواقع النجوم والتغيرات التى تحدث لها . كذلك تدخل قياسات إتجاه ضوء النجوم ضمن واجبات فلكية اخرى عديدة . من ذلك مثلا ما نحتاجه فى التعيين الدقيق للزمن من تحديد مكان ما على سطح الأرض (التعيين الجغرافى للمكان) أو لتعين الوضع الدقيق لمحور الأرض . وفى حالة قياس إتجاه ضوء النجم يتم إستخراج الزاوية المحصورة بين النجم ونقطة مميزة أو دوائر معينة ، ومثل المسافات الزاوية للنجم من الأفق أو السمت أو خط الزوال ، أو تقاس زوايا بين نجمين .

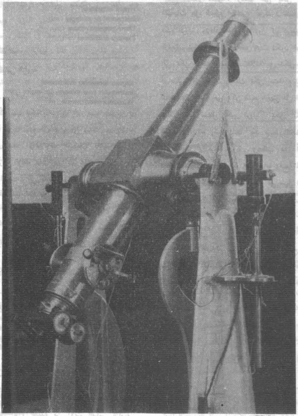
وحسب الهدف من الإستعمال والدقة المطلوبة تستعمل أنواع عديدة من آلات القياس الزاوية . ويرجع مبدأ كثير من آلات القياس الزاوى إلى ما تم بناؤه فى الأزمنة القديمة من ← الأجهزة الفلكية . وأجهزة القياس الزاوية المستعملة حديثا هى المناظير التى تشيد بطرق معينه وتزود بتجهيزات خاصة ، مثل أجزاء من دوائر وميكرومترات (إنظر بعده) . وأول ما نستعمله فى القياس هو خاصية تجميع المنظار للضوء ، وذلك حتى يمكن إجراء القياسات على النجوم الخافتة ، ثم قدرة المنظار على تكبير الزوايا . وتزداد دقة قياس الزوايا كلما كبرت هذه الزاوية . توضع فى بؤرة المنظار حيث تتكون الصورة التى يمكن مشاهدتها بعينيه ، علامة على شكل خيط أو صليب من خطين . بذلك يمكن إستخدام المنظار كمحدد للإتجاه . حتى يمكن ضبط الجهاز على النجم بدقة . فإننا نستغل تكبير الزوايا . يمكن أن تتم القياسات بقراءة وضع المنظار بعد ضبط النجم فى مركز فتحه أو عينية الرؤية . ويتطلب هذا أجزاء دائرية عليها تقسيم زاوى يتم عليه قراءة وضع المنظار بالنسبة لوضع عادى يُوجه فيه المنظار على سبيل المثال تجاه الأفق . ولما كان وضع النجوم فى السماء يتغير دائما بالنسبة لنظام الإحداثيات الثابت كما هو الحال فى النظام الأفقى لذلك فإن القياسات تستلزم أيضا تحديد الوقت الذى تتم فيه . من هنا فإننا نحتاج فى مثل هذه القياسات الزاوية إلى ساعات وكرونوجرافات (كاتبات للزمن) كأدوات إضافية .



(١) رسم تخطيطى لدائرة الزوال .

تدل *F* على المنظار و *A* على محور الدوران و *T* على الدائرة المدرجة .

وتعتبر **دائرة الزوال** أدق أجهزة القياس الزاوية الحالية . تتكون هذه الدائرة من منظار يتحرك حول محور واحد فقط (الشكل) . يوجد هذا المحور افقيا فى إتجاه الشرق – غرب . ومن هنا يكون المنظار دائما فى



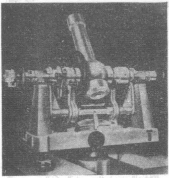
(٢) منظار الزوال التابع لمرصد حلوان

كل وضع متجهاً ناحية الزوال . توجد فى بؤرة المنظار مجموعة من الخيوط المتعامدة يعطى أوسطها الإتجاه الدقيق لخط الزوال . وعلى هذا الخيط الأوسط يظهر قرص تداخل النجم الذى تكونه شيئية المنظار . وهذا المنظار لايمكنه تتبع الحركة اليومية الظاهرية للنجوم ، نظراً لعدم وجود محور دوران عمودى . وفى حالة آلة

مثبتة مثل منظار دائرة الزوال فإننا نحدد ، اللحظة الزمنية التى يمر فيها النجم خلال خط الزوال . هذه اللحظة بالتوقيت النجمى تساوى تماما المطلع المستقيم للنجم ؛ نظرا لأن الوقت النجمى = المطلع المستقيم + زاوية الساعة . وزاوية الساعة فى حالتنا هذه تساوى صفر . ولزيادة الدقة فإننا نشاهد عبور النجم خلال عديد من الخيوط ونستخرج الأزمنة أو نقوم بتتبع النجم المتحرك خلال مجال رؤية المنظار عن طريق خيط متحرك . فى أثناء ذلك تحدث تلامسات ميكانيكية تعمل على توصيل إشارات كهربائية إلى الكرونوجراف . وعلى دائرة الزوال بالإضافة إلى ذلك أجزاء دائرية دقيقة يمكن عليها قراءة إرتفاع النجم وقت عبوره خط الزوال . ومن ذلك وبمعرفة العرض الجغرافى للمكان يمكن حساب ميل النجم .

تعمل آلة العبور أساسا مثل دائرة الزوال تماما ، فقط لاتوجد أجزاء الدوائر الدقيقة التى تمكن من التوجيه التقريبى للجهاز . وعن طريق آلة العبور يتم فقط تحديد وقت عبور النجم لخط الزوال . ويتم تجهيز آلات العبور فى غالب الأحيان بمناظير مثنية ، ينعكس فيها الضوء الذى جمعته الشيئية فى محور الدوران إلى الناحية التى توجد بها العينية .

تعتمد الدقة التى نقيس بها على دوائر الزوال وآلات العبور على دقة كل من بناء وتشييد الآلة . ولا يمكن إستبعاد الأخطاء الموجودة (خطأ البناء وخطأ التشييد) كلية ولذلك لابد من تعيينها بدقة كبيرة وتصحيح القيم المقاسة بما يتناسب مع ذلك . ومثال لخطأ التركيب يأتى من إنحراف محور دوران المنظار عن الوضع الأفقى (خطأ الميل) وعن إتجاه الشرق ـ غرب (الخطأ السمتى) . يظهر خطأ الميل فى الغالب فى سمت الرأس أما الخطأ السمتى فيظهر فى الغالب فى الأفق . ويكون هناك أيضا خطأ فى الجهاز عندما لا يعمل إتجاه المنظار زاوية قائمة تماما على محور الدوران



(٣) آلة العبور بمنظارها المثنى ، حيث تتم رؤية النجم من الناحية اليسرى لمحور الدوران الأفقى .

(خطأ التصويب) ، بحيث أن الآلة من الخطأ لا تحيد بأية بزاوية ولو صغيرة عن إتجاه خط الزوال . وفى حالة دائرة الزوال يمكن أن تكون الدوائر غير مقسمة جيدا ومركزها لا يوجد تماما فى محور الدوران (خطأ التمركز) . وتنتج أخطاء أخرى من عدم إنتظام الفتيل الذى يدور عليه محور الدوران .

وهناك آلات قياس زاوية على شكل تعديلات فى دائرة الزوال ، إلا أن دقتها لا تصل إلى آلة الزوال . **والدائرة العمودية** هى عبارة عن دائرة زوال ليست مركبة فقط على محور دوران أفقى وإنما هى أيضا ممكنة الدوران على محور دوران رأسى . لذلك يمكننا توجيه هذه الآلة فى أى إتجاه سمتى وقياس إرتفاعات النجوم فوق الأفق . **وآلة الارتفاع والسمت** هى عبارة عن دائرة عمودية ذات مقياس دائرى دقيق ، يمكن عليه قراءة مدى إنحراف المنظار عن خط الزوال على محور عمودى . وبهذه الآلة يمكن قياس الارتفاع والزاوية السمتية لنجم ما . يطلق إسم **الآلات الشاملة** على تلك المشيّدة على أساس النظام الأفقى (السمتى) . وهذه الآلات سهلة فى نقلها وتستعمل على سبيل

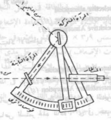
المثال من قبل البعثات لتحديد إحداثيات المواقع. ليس **لمنظار سمت الرأس** أي أجزاء من دوائر وله في مقابل ذلك ميزان مائي يتم بواسطته تحديد الوضع الدقيق لمحور الدوران الرأسي وكذلك له خيط متحرك في بؤرة المنظار، أي ميكروميتر خيطي (انظر بعده). بهذه الآلة يمكن قياس إرتفاعات نسبية للنجوم بالقرب من سمت الرأس الشيء الذي يمكن منه حساب ارتفاع القطب والتغيرات التي تطرأ عليه بدقة كبيرة (← التحديد الجغرافي للمكان).

تم حديثا إدخال جهاز قياس زاوي آخر عالي الدقة جدا. هذا الجهاز هو **الأسترولاب المنشوري** الذي صممه الفلكي الفرنسي «دانجون»، والذي يتم بواسطته مشاهدة عبور النجوم خلال دائرة إرتفاع معينة. هذه الآلة مقرفصة جدا وثابتة البناء، وتسقط منها على وجه الخصوص الأخطاء التي تظهر في الآلات الأخرى نتيجة إنحناءات المنظار عند الارتفاعات المختلفة.

يمكن أيضا إستخدام المناظير العادية كآلات قياس زاوية، وذلك عندما يتم تزويدها **بميكرومترات** كأجهزة إضافية. بذلك يتم قياس الزاوية بين نجمين، أي مواقعها النسبية. ويتكون الميكرومتر الخيطي من صليب خيط ثابت وخيط إضافي متحرك والإثنان موجودان في بؤرة المنظار. وتتم حركة الخيط خلال إدارة المسمار البريمي للميكرومتر. وعلى الميكرومتر يوجد قرص يتم عليه قراءة وضع الخيط بدقة. وتجرى القياسات الزاوية على ما يتكون في بؤرة المنظار من صور (قرص تداخل) النجمين. وهذا ممكن لأن المسافة بين صورتي النجمين، في حالة بعد بؤري محدد، تعتمد فقط على البعد الزاوي بين النجمين (← المنظار) وتتم القياسات بأن نضبط أحد النجمين تماما على الصليب الخيطي ونسير بالخيط المتحرك حتى نرى النجم الآخر فوقه. بعد ذلك يمكن قراءة المسافة بين الصورتين على قرص القياس. بهذه الطريقة يمكن إجراء قياس جيد للبعد بين نجمين. ويستخدم الميكرومتر الخيطي بغرض قياس زاوية الوضع بين مركبتي نجم مزدوج في نفس الوقت. ويمكن إدارة هذا الميكرومتر وقياس زاوية دورانه حول محور دوران المنظار. لذلك نضبط أحد النجمين على الخيط الصليبي الثابت وندير الميكرومتر الخيطي حتى يقع النجم الثاني فوق أحد الخيوط الصليبية؛ وفوق دائرة مقسمة يمكن قراءة الزاوية بين الخط الواصل إلى النجمين والخط الواصل إلى القطب. وأحيانا تستعمل مع المناظير الصغيرة ميكرومترات حلقية. وتلك عبارة عن دائرة حلقية، توضع في المستوى البؤري للمنظار. بعد ذلك يتم تحديد الأوقات التي تمر فيها نجوم متجاورة بالحلقة خلال الحركة اليومية الظاهرية. ومن هذا يمكن حساب الموقع النسبي.

وآلة القياس الزاوية التي يتم بواسطتها قياس المسافات الزاوية الصغيرة هي ← مقياس التداخل. كما أن الهليومتر هو بالمثل جهاز لقياس المسافات الزاوية بين نجمين وكذلك تعيين زوايا الوضع. لهذا الجهاز شيئية عبارة عن نصفين يتحرك جزئيا بالنسبة لبعضها بمسافة يمكن قياسها، وعن طريق هذه الحركة يتم وضع صورتي النجمين فوق بعضها. لا تستخدم هذه الآلة في هذه الأيام وإن كانت لها أهمية تاريخية إذ أمكن «بيزل» في عام ١٨٣٨ بواسطة إحدى هذه الآلات التي بناها «فراونهوفر»، وكانت بالنسبة لآلات تلك الأيام غاية في الدقة، من قياس إختلاف منظر نجمي لأول مرة.

آلة السدس (الشكل) عبارة عن آلة قياس زاوية بسيطة يمكن بواسطتها قياس البعد الزاوي بين نجمين أو إرتفاع نجم فوق الأفق. ولا تستخدم آلة السدس في الفلك وإنما يغلب إستخدامها لتحديد المواقع في رحلات البحار. هذه الآلة منظار صغير، يتم إنعكاس الضوء إليه عن طريق مرآة ثابتة وأخرى سهلة الدوران. وعن طريق دوران إحدى المرآتين يتم تطبيق صورتي النجمين المراد قياسها أو صورة نجم مع الأفق بعد ذلك يمكن قراءة المسافة الزاوية على دائرة هلالية



آله السدس

مقسمة . وتزداد القياسات دقة عند وجود دائرة كاملة مقسمة ، يمكن عليها قراءة الزاوية عند مكانين متقابلين . مثل هذه الأجهزة لها فى الغالب منشور بدلا من المرآة ولذلك تسمى بالدوائر المنشورية .

آلة المصور

pictor, Pic *(L)*
pictor
chevalet du Peintre *(sm)*
Maler *(sm)*, **Malerstaffelei** *(sf)*

إحدى كوكبات نصف الكرة الجنوبى . ويرى جزء بسيط منها فى خطوط العرض الشمالية للبلاد العربية كما ترى بأكملها فى السودان وجنوب الجزيرة العربية فى ليالى الشتاء .

إليكترا

Electra *(L)*

أحد نجوم حشد ← الثريا .

الإليكترون

electron
electron *(sm)*
Electron *(sn)*

لبنة أولية خفيفة وزنها ٠,٩ × ١٠^-٢٧ جم أى ١٨٣٦/١ من وزن ذرة الهيدروجين . على هذه اللبنة شحنة سالبة قدرها ١,٦ × ١٠^-١٩ كولومب . وهذه أصغر شحنة ممكنة ، وتسمى الشحنة الأولية . وتوجد الإليكترونات كلبنات بناء فى هالة الذرة (← تركيب الذرة) وتعطى من مواقعها الفرصة لإشعاع أو إمتصاص خطوط طيفية . وتعرف الإليكترونات التى إنفصلت عن ذراتها عن طريق التأين بالإليكترونات الحرة .

الإليكترون فولت

electron volt
électron volt *(sm)*
Elektronenvolt *(sn)*

إحدى وحدات الطاقة فى الفيزياء الذرية . e v = ١.٦ × ١٠^-١٢ إرج وهو الطاقة التى يكتسبها إليكترون بإسراعه خلال فرق جهد قيمته ١ فولت .

الآلية

Alioth *(A)*

هى نجم ← الحور .

الأماكن الظاهرية للنجوم الأساسية

apparent places of fundamental stars

← الحولية الفلكية .

أمبريل

Umbriel *(L)*

أحد ← توابع يورانوس .

الامتصاص

Absorption
Absorption *(sf)*
Absorption *(sf)*

هو إضعاف شدة الشعاع عند مروره خلال مادة ما . وترتكز هذه الظاهرة جزئيا على تحول طاقة الإشعاع إلى نوع آخر من الطاقة ، الشئ الذى يعرف حقيقة بالامتصاص ، وجزئيا على تغيير قط فى إتجاه الشعاع أى تشتيته . ويمكن أن تتحول الطاقة الإشعاعية فى الإمتصاص الحقيقى إلى طاقة حرارية للمادة التى إمتصت الشعاع أو إلى طاقة تأين أو طاقة ← إثارة . ويكون الحديث عن **الإمتصاص المستمر** عند إمتصاص حيز من الموجات . ومما يؤدى إلى الإمتصاص المستمر إنتقال إليكترون من مداره فى الذرة إلى خارجها أو العملية العكسية وكذلك إنتقال الإليكترونات الطليقة فى

المجال الكهربائى للأيونات من مستوى طاقة معين إلى آخر (← تركيب الذرة ، ← الطيف) . وللأجسام الصلبة طيف إمتصاص لأن لها مستويات طاقة عريضة . فإذا حدث العكس وأمتص الإشعاع من موجات محددة وضيقة فإن الحديث يكون عن **الإمتصاص الخطى** . يحدث هذا عند إثارة ذرات غاز ما ، أى إنتقال الاليكترونات من مستوى طاقة إلى مستوى آخر فى داخل الذرة ، لأن طاقة الإثارة لابد أن تأخذ قيما محددة يتحكم فيها تركيب الذره نفسه . وفى طيف الإمتصاص هذا يختفى الإشعاع بدرجة أكبر فى موجات معينة عنه فى الموجات المجاورة وتظهر فى الطيف **خطوط إمتصاص** سوداء يسمى مثل هذا الطيف **بطيف الإمتصاص** .

تمتص طبقات المادة الإشعاع بدرجات متفاوتة على حسب تركيبها الكيماوى وكثافتها وسمكها . ويتم التعبير عن كفاءة الإمتصاص بأرقام من خلال **معامل الامتصاص** $\varkappa$ الذى يعرف كالآتى : نتيجة للامتصاص تنقص طاقة الإشعاع بمقدار $e^{\varkappa d}$ خلال المسافة d ؛ حيث e قاعدة اللوغاريتم الطبيعى $\approx$ ٢٫٧٢ . ويختلف معامل الإمتصاص بإختلاف طول الموجة . وهو على سبيل المثال كبير جدا فى قلب الخط الطيفى ويقل فى إتجاه جناحى الخط .

وفى دراسة ← أجواء النجوم ، يتم تقسيم معامل الإمتصاص إلى معامل إمتصاص مستمر يتحكم أكثر فى الطيف المستمر ومعامل إمتصاص خطى يتحكم أكثر فى الطيف الخطى . وتلعب معاملات الإمتصاص وحساباتها من الفيزياء الذرية دورا كبيرا فى الفيزياء الفلكية ، وبالتحديد عند وجود تأثير متبادل بين المادة والطاقة .

وعن الإمتصاص الخطى لمادة ما بين النجوم أنظر ← غاز ما بين النجوم . وعن الامتصاص المستمر لمادة ما بين النجوم ← غبار ما بين النجوم .

الإمتصاص الانتخابى

selective absorption
absorption sélective *(sf)*
selektive Absorption *(sf)*

الاستبعاد الانتخابى

إمتصاص ما بين النجوم

interstellar absorption
absorption interstellaire *(sf)*
interstellare Absorption *(sf)*

هو إمتصاص الضوء بواسطة مادة ما بين النجوم وينتج الإمتصاص المستمر لهذه للمادة ، أى فى جميع الأطوال الموجبة ، بفعل التراب البين نجمى . وهذا فى الحقيقة ليس عبارة عن إمتصاص ولكن إستبعاد . فالإشعاع النجمى لايتحول إلى طاقات أخرى وإنما يتشتت فقط أى يتحول إلى إتجاهات أخرى . بجانب هذا يوجد أيضا الإمتصاص الخطى فى ← ما بين النجوم ، ويمتص فيه الضوء فى حيز ضيق من الموجات ، بحيث تظهر خطوط إمتصاص داكنة فى طيف النجوم . والإمتصاص الخطى لمادة ما بين النجوم هو إمتصاص حقيق .

آمور

Amor *(L)*

← كويكب

أنبوبة المنظار

Tubus *(L)*

← المنظار

إنتاج طاقة النجوم

energy production in the stars
génération d'énergie dans les étoiles *(sf)*
Energieerzeugung der Sterne *(sf)*

لا يمكن أن يكون مصدر الطاقة الإشعاعية للنجوم هو المحتوى الحرارى لمادتها ، أى ماتحتويه من طاقة على هيئة طاقة إشعاع وإثارة وتأين أو طاقة وضع وحركة . وعلى سبيل المثال فى حالة الشمس فإن مثل هذا المخزون لابد أن ينضب بعد بضع ملايين السنين . ولدواعى ثبات النجم أيضا لايمكن أن يكون هناك إنتاج كبير للطاقة فى أغلفة النجم . وعليه فلابد من

وجود منابع غزيرة للطاقة فى داخل النجوم تغطى الطاقة الكبيرة التى تشعها (كفاءة الإشعاع فى حالة الشمس ٣ر٩ × ١٠^٢٣ كيلو وات وفى حالة العيوق مئات الإضعاف) بصوره دائمه على مدى أزمنه تقدر ببضع ملايين إلى بضع بلايين السنين. لهذا فإن هناك نوعان من العمليات وهما بالتحديد فى المقام الأول عمليات نوويه وفى المقام الثانى إنكماش النجم ككل أو بعض أجزاءه.

(١) والعمليات النووية تعنى تفاعلات بين نوى الذرات فتتحد نويات خفيفه معا مكونه نواة أكثر ثقلا. تعرف هذه العملية بالإندماج النووى. وكتلة النواه الناتجة أقل بعض الشئ من مجموع كتلتى النواتين الأصليتين (فارق الكتله) ويظهر الفرق فى الكتله على هيئة طاقة إشعاع. وتبعا لمبدأ تكافؤ الكتلة m والطاقة E لآينشتين فإن الطاقة المتحرره $E = m \cdot c^2$، c = سرعة الضوء. وحتى تتفاعل النويات مع بعضها فلابد من تقاربها. يعاكس ذلك قوة الطرد الإليكتروستاتيكية: إذا أن كل نواة عليها شحنات موجبة وكلما زاد عدد شحنة النواة كلما إزدادت قيمة قوة الطرد. الشئ الذى يمكن فقط التغلب عليه بما للنويات من طاقة حركة كبيرة ناتجة من حركتها الحرارية. التى تزداد بإرتفاع درجة الحرارة. وحتى تتفاعل نويات ذات أعداد شحنة كبيره (وهذه لها بالطبع كتل كبيرة) فإن ذلك يتطلب درجات حرارة أعلى مما يتطلبه تفاعل نويات صغيره الشحنة. وفى الظروف السائدة داخل النجوم تلعب العمليات الثلاثة الآتية دورا أساسيا:

(أ) تفاعل بروتون ـ بروتون أو هيدروجين ـ هيدروجين فى هذه الحالة توجد ثلاثة إمكانيات مختلفة لبناء نواة هليوم من نوى الهيدروجين. وأكبر هذه الطرق فاعلية هى عملية ppl وتتكون من ثلاث خطوات يمكن وضعها حسب المعادلات الآتية:

$$
\begin{aligned}
{}^{1}H + {}^{1}H &\rightarrow {}^{2}H + e^{+} + \nu \\
{}^{2}H + {}^{1}H &\rightarrow {}^{3}He + \gamma \\
{}^{3}He + {}^{3}He &\rightarrow {}^{4}He + {}^{1}H + {}^{1}H
\end{aligned}
$$

وهنا تدل الحروف على الجسيمات المختلفة، فتعنى H نواة ذرة الهيدروجين أو البروتون p وتعنى He نواة ذرة الهليوم. e^+ الاليكترون الموجب أو البوزيترون. ν النيوترينو. كما تعنى γ ما ينتج من طاقة إشعاعية فى أثناء العمليات النووية. وما يسبق رموز النواه من أعداد. هى الأعداد الوزنية وتعطى العدد الكلى للبنات النواة. اى مجموع عدد البروتونات والنيوترونات ولذلك فهذا العدد هو بالتقريب كتلة نواة الذرة. وبالتحليل نجد ان تفاعل بروتون ـ بروتون يسير كالآتى: يصطدم بروتونان وينتج عنهما نواة ذرة هيدروجين ذات عدد وزنى ٢. أى ديوترون. وبوزيترون ونيوترينو. والإحتمال كبير أن يصطدم البوزيترون بعد نشأته مباشرة بإليكترون فيتلاشى الإثنان مع إشعاع طاقة. أما بالنسبة للنيوترينو فإن إحتمال تصادمه بجسيم آخر فى داخل النجم ضئيل جدا، لدرجة أن النيوترنيو يغادر النجم بدون عائق. وباصطدام الديوترون الناتج مع بروتون فى أثناء العملية النووية الثانية تنتج نواة ذره هليوم ذات عدد وزنى ٣ ومعها طاقة إشعاع. ويمكن أن تدخل هذه النواة الجديدة فى عمليات مختلفة تحت الظروف السائدة فى النجم، وأكثر هذه العمليات شيوعا تمثله المعادلة الثالثة، حيث تصطدم نواتين من هليوم ـ٣ مع بعضها وينتج عنهما نواة هليوم ـ٤ وبروتونان. وحتى تتواجد هاتين النواتين من هليوم ـ٣ لابد أن تكون العمليتين السابقتين قد تمتا مرتين. وفى المجموع فإن ٦ بروتونات تشترك فى العمليات المختلفة فتستهلك منها ٤ بروتونات فى بناء نواة هليوم ـ٤. بينما ينتظر الإثنان الآخران عمليات أخرى. إن عملية البروتون ـ بروتون بذلك هى عباره عن بناء الهليوم من هيدروجين. ويبلغ مجموع الطاقة المصاحب لبناء نواة هليوم ٢ر٤ × ١٠^-٥ إرج. والإحتمالان الآخران لبناء الهليوم يوصفان بالمعادلات الآتية:

$$
\begin{aligned}
{}^{3}He + {}^{4}He &\rightarrow {}^{7}Be + \gamma \\
{}^{7}Be + e^{-} &\rightarrow {}^{7}Li + \nu \\
{}^{7}Li + {}^{1}H &\rightarrow {}^{8}Be + \gamma \\
{}^{8}Be &\rightarrow 2\,{}^{4}He
\end{aligned}
$$

$$
\begin{aligned}
&{}^{7}Be + {}^{1}H \rightarrow {}^{8}B + \gamma \\
&{}^{8}B \rightarrow {}^{8}Be^{*} + e^{+} + \nu \\
&{}^{8}Be^{*} \rightarrow 2\,{}^{4}He
\end{aligned}
$$

وأول هذين الإحتمالين ppII ينطلق من نواة هليوم ـ٣ ، حيث تتفاعل مع نواة هليوم ـ٤ فينتج نواة بيريليوم ـ٧ مع إنبعاث إشعاع . وعن طريق إمتصاص إليكترون يتحول البيريليوم ـ٧ إلى نواة ليثيوم ـ٧ مع إشعاع نيوترنيو . وبتفاعل ليثيوم ـ٧ مع بروتون تنتج نواة بيريليوم ـ٨ غير مستقره . وهذه بدورها تتحلل* إلى نوالى هليوم ـ٤ . وحتى تبدأ هذه السلسلة من التفاعلات لابد أن تكون نويات هليوم ـ٣ قد تكونت بالفعل ، أى لابد أن تكون الخطوتين الأولين من سلسلة ppI قد تمتا .

والإحتمال الثالث p III يأتى بعد الخطوة الأولى من سلسلة ppII ، حيث يتفاعل بيريليوم ـ٧ مع بروتون وتنتج نواة بورون ـ٨ وتتحرر طاقة ونواة البورون ـ٨ غير مستقره فتتحلل مع إنطلاق بوزيترون ونيوترنيو إلى نواة بيريليوم ـ٨ المثاره . وهذه بدورها تتحلل إلى نوالى هليوم ـ٤ . وقد أفترضت السلسلة ppII أولا بواسطة « بيتى » (عام ١٩٣٩) . إلا أنه إتضح بعد ذلك أن السلسلة ppI أكثر فاعلية .

تعتمد كثرة حدوث تفاعلات بروتون ـ بروتون فى النجوم على كثافة ودرجة حرارة المادة . حيث أن كفاءة التفاعل تعتمد على مربع الكثافة وبالتقريب تتناسب مع الأس الرابع إلى السادس لدرجة الحرارة . وحتى تنتج كميات كبيرة من الطاقة تغطى إشعاع النجوم لابد أن تسود درجات حرارة عالية تصل إلى بضع ملايين الدرجات . مثل درجات الحرارة هذه موجودة قريبة من المركز فى حالة النجوم التى تعتمد فى إنتاج طاقتها على تفاعلات البروتون ـ بروتون . وتبعا لذلك فإن إنتاج الطاقة يقتصر على المركز طالما أن إحتمال حدوث هذا التفاعل يتضاءل بسرعة بالابتعاد عن المركز وذلك بسبب إعتماد التفاعل على درجة الحرارة العالية وإنخفاض درجة الحرارة بزيادة المسافة من المركز .

(ب) حلقة الكربون ـ نيتروجين ـ أكسجين

طريق آخر لبناء الهليوم من الهيدروجين تمثله التفاعلات الآتيه :

$$
\begin{aligned}
&{}^{12}C + {}^{1}H \rightarrow {}^{13}N + \gamma \\
&{}^{13}N \rightarrow {}^{13}C + e^{+} + \nu \\
&{}^{13}C + {}^{1}H \rightarrow {}^{14}N + \gamma \\
&{}^{14}N + {}^{1}H \rightarrow {}^{15}O + \gamma \\
&{}^{15}O \rightarrow {}^{15}N + e^{+} + \nu \\
&{}^{15}N + {}^{1}H \rightarrow {}^{12}C + {}^{4}He
\end{aligned}
$$

فى هذه التفاعلات تصطدم نواة كربون ـ١٢ ببروتون وينتج عنها نيتروجين ـ١٣ وطاقة . والنيتروجين ـ١٣ غير مستقر فيتحلل إلى كربون ـ١٣ وخلال ذلك يتحرر بوزيترون ونيوترينو يدخلان فى نفس العمليات التى ذكرت فى تفاعل pp . وباصطدام كربون ـ١٣ ببروتون آخر ينتج نيتروجين ـ١٤ وطاقة وهذا بالتالى يصطدم ببروتون ثـالث مـعـطـيـا أكسجين ـ١٥ وطاقة . والأكسجين ـ١٥ غير مستقر ويتحلل إلى نيتروجين ـ١٥ وبوزيترون ونيوترنيو . وباصطدام هذا النيتروجين مع بروتون رابع تنتج نواه هليوم وكربون ـ ١٢. وبذلك فإنه من أربع بروتونات نتجت نواه هليوم وما دخل فى الخطوة الأولى من كربون ـ١٢ خرج كناتج من الخطوة الأخيرة ليبدأ التفاعل مرة أخرى فى حلقة جديدة . لهذا فإن العملية عبارة عن دائرة ينتج فيها الهليوم من البروتونات بدون تغيير فى المواد الأخرى إذ أن الكربون ينتج ثانية فى نهاية الدائره . ومجموع ما يتحرر من طاقة أثناء بناء نواة الهليوم فى هذه العملية يبلغ ٤ × ١٠⁻⁵ إرج وهى أقل قليلا مما ينتج من سلسلة بروتون ـ بروتون حيث يأخذ البروتونين الناتجين من تفاعل كربون ـ نيتروجين ـ أكسجين بعض الطاقة .

بجانب ما وصفنا من حلقة الكربون ـ نيتروجين ـ أكسجين الأساسية يمكن أن تحدث حلقة أخرى ثانوية :

$$^{15}N + {}^{1}H \rightarrow {}^{16}O + \gamma$$
$$^{16}O + {}^{1}H \rightarrow {}^{17}F + \gamma$$
$$^{17}F \rightarrow {}^{17}O + e^{+} + \nu$$
$$^{17}O + {}^{1}H \rightarrow {}^{14}N + {}^{4}He$$

فى الخطوة الأولى يتقابل نفس طرفى التصادم معا ، نواة نيتروجين ـ ١٥ مع بروتون كما فى الخطوة الأخيرة من الحلقة الرئيسية . وليس من الضرورى أن تنتج نواة كربون ـ ١٢ ونواة هليوم ولكن غالبا ما ينتج مع الطاقة أكسجين ـ ١٦ ، الذى يؤدى بتصادمه مع بروتون آخر إلى إنتاج فلور ـ ١٧ ، وتحرير طاقة والفلور ـ ١٧ ، غير مستقر ويتحلل إلى بوزيترون ونيوترنيو وأكسجين ـ ١٧ ، الذى يتفاعل بدوره مع بروتون وينتج عنه تكوين نيتروجين ـ ١٤ وهليوم ويدخل النيتروجين ـ ١٤ فى الدائره الكبرى ثانية .

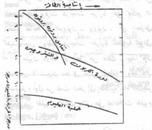
إن دائرة الكربون ـ نيتروجين ـ أكسجين تحدث فقط عندما يتوافر ما نحتاجه من كربون ونيتروجين وأكسجين فى مادة النجم . كما أن تلك التفاعلات تتطلب درجات حرارة أعلى مما يلزم لسلسة تفاعلات بروتون ـ بروتون . وتبلغ درجات الحرارة اللازمة حوالى من ١٠ إلى ١٢ مليون درجة ولكن فقط فوق ١٦ مليون درجة تكون حلقة الكربون ـ نيتروجين ـ أكسجين أكفأ فى إنتاجية طاقتها من سلسلة البروتون ـ بروتون . وفى نجوم التتابع الرئيسى صغيرة الكتلة ، وذات درجات الحرارة المركزية المنخفضة فإن سلسلة تفاعلات البروتون ـ بروتون مسئولة عن إنتاج الطاقة فى النجوم أما فى حالة نجوم التتابع الرئيسى كبيرة الكتلة وذات درجات الحرارة المركزية العالية فإن إنتاج الطاقة من مسئولية تفاعلات حلقة الكربون ـ نيتروجين ـ أكسجين . وفى الشمس ينتج الجزء الأساسى من الطاقة بتفاعلات البروتون ـ بروتون وجزء بسيط فقط ينتج أيضا من العملية الأخرى .

إن إعتماد تفاعلات دائره الكربون ـ نيتروجين ـ أكسجين على درجة الحرارة أقوى بكثير من تفاعلات البروتون ـ بروتون . وتزداد كثرة حدوث تفاعلات هذه الحلقة فى داخل النجوم مع الأسس الخامس عشر إلى العشرين لدرجة الحرارة ، وعلى ذلك فإن هذه المناطق يحدث فيها إنتاج طاقة مركزه بصورة أكبر ناحية المركز عما هى عليه فى حالة تفاعلات البروتون ـ بروتون .

تسمى حلقة تفاعلات الكربون ـ نيتروجين ـ أكسجين أيضا بحلقة «بيتى ـ فون فيزاكر» اللذان إقترحا هذه الإمكانية لإنتاج الطاقة داخل النجوم .

(ج) **تفاعل الهليوم** : يمكن أن تحدث تفاعلات بين نوى الهليوم فتستخدم لإنتاج الطاقة فى الظروف السائدة داخل النجم وبهذا تتكون نويات أثقل . وعلى وجه الخصوص يحدث التفاعلين :

$$^{4}He + {}^{4}He \rightarrow {}^{8}Be + \gamma$$
$$^{8}Be + {}^{4}He \rightarrow {}^{12}C + \gamma$$



تغيير إنتاجية الطاقة من العمليات النووية المختلفة فى داخل النجم مع درجة الحرارة .

فباصطدام نواتى هليوم تنتج نواة بيريليوم ـ ٨ مع فرق طاقة . وعلى عكس التفاعلات السابقة فإن تكوين نواة بيريليوم ـ ٨ يستهلك طاقة . والبيريليوم غير مستقر ويتفكك ثانية إلى نواتى هليوم . وعلى الرغم من أن إحتمال بقاء نواة بيريليوم صغير للغاية (من كل ١٠ بليون نواة هليوم ينتج تحت الظروف السائدة نواة بيريليوم ـ ٨ واحدة) إلا أن التفاعل الثانى يحدث . وتتحد نواة بيريليوم بنواة هليوم فيكونان بذلك نواة كربون ـ ١٢ . وينتج عن هذه العملية إشعاع طاقة . وفى المجموع ينتج من تكوين

نواة كربون ١٢ من ثلاث نوى هليوم ١٫٧٣ · ١٠° إرج . وتعتمد كثرة حدوث عملية بناء الكربون من الهليوم فى داخل النجم بدرجة كبيرة على درجة الحرارة السائدة وتزداد هذه الكثرة مع الأس الثلاثين لدرجة الحرارة . ومن نواة الكربون وبالإتحاد مع نويات أخرى من الهليوم يمكن أن تنتج بالتتابع نويات كل من الأكسجين ـ ١٦ والنيون ـ ٢٠ وهكذا حتى الكالسيوم ـ ٤٠ . وما ينتج مع كل تفاعل على حده من عناصر يعتمد على درجات الحرارة والكثافة السائدين فى مناطق التكوين . والكسب فى الطاقة نتيجة لهذه العمليات المتتابعة ليس كبيرا ويقدر بحوالى ٥٠/ من قيمة ما ينتج أثناء بناء نواه كربون ـ ١٢ .

يمكن أن تحدث تفاعلات الهليوم فقط داخل النجوم إذا توفرت درجات حرارة أعلى بكثير مما تتطلبه تفاعلات البروتون ـ بروتون . أى إحتراق الهيدروجين . وتقدر درجات الحرارة المطلوبة بحوالى ١٠٠ مليون درجة أو أعلى من ذلك . بهذا فإن العمليتين لا تسيران معا فى نفس المنطقة . وقد كان «سالبيتر» أول من لفت النظر إلى إمكانية بناء العناصر الأثقل من الهليوم ولذلك يطلق على تفاعلات الهليوم عمليات «سالبيتر» .

(٢) بجانب التفاعلات النووية التى تنتج معظم الطاقة التى يشعها النجم خلال وجوده ، فإن إنكماش النجم يؤدى أيضا إلى إنتاج الطاقة ، فقد يحدث نتيجة للجذب المتبادل لجزيئات النجم أن ينكمش أى يصغر قطره ، وبذلك يقل محتوى النجم من طاقة الوضع نظرا لصغر المسافة بين الجزيئات وما يتحرر نتيجة لذلك من طاقة يستخدم جزئيا فى تسخين مادة النجم وجزئيا فى الإشعاع . تدل الحسابات على أن الإنكماش وحده ليست لديه القدره على تغطية الإشعاع النجمى الذى يستمر لبضع ملايين السنين ولكن فقط فى خلال فترات قصيرة فإن الإنكماش يلعب دورا فى إنتاج الطاقة يؤدى إلى إرتفاع درجة الحرارة داخل النجم .

يحدث الإنكماش إذا كان ضغط الغاز وضغط الإشعاع لا يكفيان مجتمعين معا فى نقطة ما لحمل ما فوق هذه النقطة من مادة ، أى فقط فى حالة إنتاج طاقة فى داخل النجم غير كافية للحفاظ على درجة الحرارة وكل من ضغط الغاز وضغط الإشعاع . يحدث ذلك فى أثناء تطور النجم وعلى سبيل المثال فى إنتاج الطاقة قبل بداية التفاعلات النووية وعندما يستهلك كل مخزون الهيدروجين فى الإحتراق ولا تكفى درجة الحرارة السائدة لأن تتولى عمليات الهليوم إنتاج الطاقة (←—— تطور النجوم) .

إنتر فوتومتر

interferometer
interféromètre *(sm)*
interferometer *(sn)*

هو ←—— مقياس التداخل .

الإنتقال من مستوى طاقة حر إلى مستوى آخر حر

free - free transiltion
transition entre niveaux non quantifiés *(sf)*
Frei - freier Uebergang *(sm)*

والانتقال من مستوى طاقة حر إلى مستوى آخر مقيد

free - bound transition
recombination *(sf)*
Frei - gebundene Uebergang *(sm)*

إمكانيات إنتقال الإليكترون من مستوى طاقة إلى مستوى طاقة آخر ، ←—— تركيب الذره ، ←—— الطيف

الإنتقال من مستوى طاقة مقيد إلى مستوى آخر مقيد

bound - bound transition
transition entre niveaux quantifiés *(sf)*
Gebunden - gebunden Uebergang *(sm)*

الإنتقال من مستوى طاقه مقيد إلى مستوى آخر حر

bound - free transition
ionisation *(sf)*
Gebunden - frei Uebergang *(sm)*

←—— إمكانيات إنتقال الاليكترون من مستوى

طاقة إلى مستوى طاقة إلى مستوى آخر، ← تركيب الذرة، ← الطيف.

أنجشتروم

Angstrom
Angstrom *(sm)*
Angström *(sn)*

(أ°) هو وحدة قياس أطوال سميت على إسم العالم السويدى أنجشتروم وتطلق على وحده طول شائعه الاستعمال فى التعبير عن موجات الضوء ١ °أ= $١٠^{-٨}$ سم. ولا يوجد الأنجشتروم فى قائمة المقاييس القانونية حاليا، حيث أستعيض عنه بالنانومتر ويختصر نم، ١ نم = $١٠^{-٩}$ م، أى أن ١ °أ = $١٠^{-١}$ نم.

إنحسار الكورونا

minimum corona
couronne de minimum *(sf)*
Minimum-Korona *(sf)*

← كورونا الشمس أثناء حضيض دورة الكلف الشمس.

الإندماج النووى

fussion
fusion *(sf)*
Kernfussion *(sf)*

هى عملية إندماج النويات الخفيفة مكونة نويات اثقل ← تركيب الذره. ويمثل الاندماج النووى المصدر الرئيس فى ← إنتاج طاقة النجوم. وتجرى المحاولات للإنتفاع بإندماج الهيدروجين إلى هليوم وذلك فى إنتاج الطاقة على الأرض.

الإنعكاس

reflection
réflection *(sf)*
Reflektion *(sf)*

هو إرتداد الأشعة على الأسطح الفاصلة بين مادتين. وفى ذلك ينطبق **قانون الانعكاس**: الشعاع الساقط والشعاع المنعكس والعمود المقام على السطح الفاصل عند نقطة السقوط توجد كلها فى مستوى واحد وكلا من الشعاع الساقط والشعاع المنعكس يصنعان زاويتين متساويتين مع العمود المقام عند نقطة السقوط (زاوية السقوط = زاوية الانعكاس). ويحدث إنعكاس كمثل ذلك الذى يحدث بواسطة المرآة عند السطوح المستوية تماما. ويستعان بذلك فى مرايا المناظير العاكسة لتكوين الصورة. أما إذا كان السطح الفاصل خشنا فيحدث إنعكاس متشتت، مثلما هو الحال على سطوح الكواكب أو على سطح القمر. يعتمد تقسيم السطوح إلى مستوية وخشنة على درجة عدم إستوائها (تحببها) بالنسبة لطول موجة الشعاع، فمثلا سطح القمر الخشن بالنسبة لانعكاس الموجات القصيرة، مستوى جدا بالنسبة للموجات الأطوال من ذلك بكثير.

إنفجار

burst
burst *(sm)*
Strahlungsstross

إشعاع راديوى فجائى ولفتره قصيره يأتى من ← الشمس، ← إشعاع راديوى.

الإنفجار الأعظم

big-Bang
big-Bang
big-Bang, Urknall *(sm)*

← الكسمولوجى.

الإنفجار الإشعاعى

burst
burst *(sm)*, **sursaut raidoélectrique** *(sm)*
Strahlungsstoss *(sm)*

زيادة فى إشعاع الذبذبات الراديوى من ← الشمس تدوم لفتره بضع دقائق.

الإنقلابين

solistitium *(L)*
solistice
solistice *(sm)*
Sonnenwende *(pf)*

هما النقطتان الزمنيتان التى تكون للشمس فيهما أثناء حركتها السنوية الظاهرية فى السماء أعلى وأقل

ميل . تصل الشمس فى هذين الوقتين ظهرا إما أعلى أو أقل إرتفاع لها عن الأفق . ويكون للشمس أكبر ميل وقت الإنقلاب الصيفى ، حوالى ٢١ يونيو (بداية الصيف) ، كما يكون لها أقل ميل وقت الإنقلاب الشتوى ، حوالى ٢١ ديسمبر (بداية الشتاء) . على أنه قد تحدث إختلافات تصل إلى يوم واحد وذلك لعدم تطابق السنة التقويمية مع السنه المدارية . وفى وقت الإنقلاب الصيفى يكون النهار أطول ما يمكن فى نصف الكره الأرضيه الشمالى ويكون النهار أقصر ما يمكن عند الإنقلاب الشتوى ، بينما الحال عن العكس من ذلك فى نصف الكره الجنوبى . تسمى النقطتان على دائره البروج اللتان تتواجد فيهما الشمس وقت الإنقلابين **بنقطتى الانقلابين** . ومن نقطتى الانقلابين تقترب الشمس فى مدارها الظاهرى بين النجوم على الكره السماوية ناحية خط الاستواء السماوى .

الانقلاب الشمسى

solistitium *(L)*
solistice
solistice *(sm)*
Sonnenwende *(pf)*

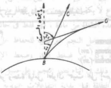
⟵ الإنقلابين .

الإنكسار

refraction
réfraction *(sf)*
Brechung *(sf)*

فى المعنى العام تغيير مسار الضوء عندما ينتقل من مادة إلى أخرى على سبيل المثال من الهواء إلى الزجاج . والإنكسار يأتى نتيجة إختلاف سرعة الضوء فى المادتين . وسرعة الضوء c فى مادة ما أقل من سرعته c_0 فى الفراغ . والنسبه بين السرعتين $n = \frac{c_0}{c}$ يطلق عليها معامل الإنكسار وهو ثابت مميز للمادة الواحدة . تعطى أبعاد الإنكسار الضوئى بواسطة قانون الإنكسار ، النسبه بين جيبى الزاويتين α ، β اللتى يصنعهما شعاع ضوئى قبل وبعد الإنكسار مع العمود المقام عند نقطة السقوط على الحد الفاصل تساوى النسبة بين سرعتى الضوء فى الوسطين ، أى أن $\frac{c_1}{c_2} = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$

تستغل ظاهرة الإنكسار لتجميع الضوء وإنتاج الصورة بواسطة عدسة مجمعه . وتسمى المناظير المزودة بعدسات لذلك بالمناظير الكاسرة . ينكسر الضوء ذى الموجات المختلفة بدرجات مختلفة ، وهو مايسمى بالتفريق . وتمكن هذه الظاهرة من تفريق الضوء إلى موجات مختلفة وإنتاج الطيف خلال مطياف منشورى . ونتيجة لإختلاف درجة إنكسار الموجات ذات الأطوال المختلفة فإن البعد البؤرى للعدسات يعتمد على طول الموجة . ومن هنا يأتى خطأ الصورة للعدسات المجمعة ، الزيغ اللونى (⟵ المنظار) .



ظاهرة الإنكسار
ترمز B إلى المشاهد و G إلى الجرم السماوى اللتى زاويته السمتيه z ويظهر لنا بفعل الأنكسار كما لو كان فى الأتجاه G

أما فى المعنى الفلكى الخاص فإن الإنكسار هو الإنحناء الحادث داخل الغلاف الجوى الأرضى فى مسار الشعاع القادم من الجرم السماوى . فإذا ما مر شعاع ضوئى مائلا خلال الحد الفاصل بين وسطين مختلفين فى الكثافة من الناحية الضوئية ، فإن هذا الشعاع يعانى من الإنكسار ، أى من تغيير فى مساره . وقيمة الإنكسار تزداد من ناحية كلما زاد فرق الكثافة ومن ناحية أخرى كلما زادت زاوية السقوط . أما إذا

كان السقوط عموديا على الحد الفاصل بين الوسطين فلا يحدث أى تغيير ى المسار . يمكن إعتبار الغلاف الجوى الأرضى ، الذى تقل فيه الكثافة بالارتفاع عن سطح الأرض ، كقشور مركزية مختلفة الكثافة . يعانى الشعاع القادم من الجرم السماوى G عند مروره من قشرة إلى أخرى إنحرافا صغيرا فى مساره ، وفى النهاية يكون هناك إنحناء دائم فى مسار الشعاع . ولا يرى المشاهد الذى ينظر إلى مماس الشعاع عند النقطة B_1 النجم على البعد السمتى الحقيقى z_0 ، وإنما يراه على بعد سمتى أصغر بقليل z . والفرق بين المسافة السمتية الحقيقية والظاهرية ($z_0 - z$) هو عبارة عن الإنكسار ، الذى ينعدم فقط عندما يكون الجرم السماوى فى سمت مكان الرصد . أى أنه يمكن الحصول على المسافة الحقيقية بإضافة الإنكسار إلى المسافة السمتية الظاهرية التى يتم قياسها . وتزداد قيمة الإنكسار بزيادة المسافة السمتية للجرم السماوى ، وتصل هذه القيمة أعلى حد لها ، **الإنكسار الأفقى** ، عندما يتواجد النجم فى أفق المكان . وقيمة الإنكسار الأفقى كبيرة دا ، لدرجة أن الشمس تتواجد فى الأفق مرتفعة عن مكانها الحقيقى بأكثر من قطرها .

تصطدم محاولة وضع قانون للإنكسار بصعوبات كثرة فتغيير لظروف السائدة فى الغلاف الجوى الأرضى ، وعلى وجه الخصوصى تغيير ثاقة الهواء ، التى تعتمد على كل من الضغط ودرجة الحرارة ، والتى تتحكم فى تغيير لعمق الضوئى فى الطبقات المختلفة ، غير عروف بالدقة الكافية . يضاف إلى ذلك أن هذا التغيير فسه غر ابت وإنما يعتمد على الظروف الجوية . وعلى الرغم من كل هذا فإنه يمكن إستخراج معادلات للإنكسار تصلح على الأقل كتقريب جيد بالنسبة للأجرام السماوية التى لا توجد على مسافات سمتية كبيرة . مثال هذا التقارب للإنكسار هو $R = \alpha \tan z$ ، مع ملاحظة أن قيمة α تتغير سرعة نسبيا إبتداءا من $z = 70°$. وفى حالة التحديد الدقيق للمواقع لا بد أن نأخذ فى الاعتبار الظروف الجوية المتغيرة ثل التغيير ى درجة الحرارة والضغط وكذلك التغيير لذى يمكن أن يحدث فى درجة رطوبة الهواء . ويضاف ذلك كعناصر تصحيح فى المعادلة السابقة . مثل هذه التصحيحات توجد محسوبة فى **جدول الإنكسار** . وعموما فإنه مع نقص درجة الحرارة وزيادة الضغط ، اللذان يؤديان إلى زيادة كثافة الهواء ، تزداد أيضا قيمة الإنكسار . وعلى العكس من حالة المسافات السمتية الصغرة التى يتحدد فيها الإنكسار أساسا بواسطة الطبقات السفلى من الغلاف الجوى للأرض فإن الطبقات العليا تشارك أيضا فى الإنكسار فى حالة المسافات السمتية الكبيرة ولما كانت معرفتنا بسيطة عن الطبقات العليا بالنسبة لمسار كل من الضغط ودرجة الحرارة ، فإن قيم الإنكسار المحسوبة على أساس النظريات المختلفة تختلف كثيرا ن بعضها بعد أن تزيد المسافة السمتية عن ٨٠°.

جدول الإنكسار

المسافة السمتيه (°)	متوسط الإنكسار
صفر°	٠′ ٠٠,٠″
١٠	٠′ ١٠,٦″
٢٠	٠′ ٢١,٩″
٣٠	٠′ ٣٤,٧″
٤٠	٠′ ٥٠,٤″
٥٠	١′ ١١,٥″
٦٠	١′ ٤٣,٨″
٧٠	٢′ ٤٣,٨″
٨٠	٥′ ٢٩,٩″
٩٠	٣٥′ ٠٠,٠″

يحدث **إنكسار غير ادى**، عندما لا تتواجد الطبقات الهوائية موازية لسطح الأرض ، وإنما مائلة عليا . ويأتى ذلك تحت ظروف جوية خاصة . ومن الممكن إن يعتمد الإنكسار أيضا على الإتجاه ،

إنكسار إتجاهى ، كما يمكن أن يحدث أيضا إنكسار فى السمت **الإنكسار السمتى** . وهناك إنكسار آخر غير عادى هو **الإنكسار الصالى** ، ويحدث عندما ترصد الأجرب السماوية خلال فتحة قبة الرصد ، إذ أنه من الممكن وجود طبقات هوائية مختلفة فى مجرى الرصد عما فى الخارج ، يحدث للشعاع إنكسار إضافى عند دخوله من فتحة قبة الرصد وهذه القيمة الإضافية لابد أن تحدد عمليا . ويتسبب الاضطراب السريع للإنكسار فى حدوث ظاهرة تألق النجوم .

الإنكسار السمتى

zenithal refraction
réfraction zénithale *(sf)*
Zenitbrechung *(sf)*

← الإنكسار

الإنكسار الصالى

local refraction
réfraction locale *(sf)*
Saalrefraction *(sf)*

← الإنكسار

الانكماش

contraction
contraction *(sf)*
Kontraktion *(sf)*

← كسمولوجى ، ← إنتاج طاقة النجوم .

إنكلادوس

Enceladus *(L)*

أحد ← توابع زحل

إنكى

Encke

هو يوحان فرانس إنكى الفلكى الألمانى المولود فى هامبورج بتاريخ ٢٣ سبتمبر ١٧٩١ والمتوفى فى سباندواو بتاريخ ٢٦ أغسطس ١٨٦٥ ، عمل فى عام ١٨١٦ فى مرصد سيرجن بجوار مدينة جوتا ، وفى عام ١٨٢٥ مديرا لمرصد برلين . قام إنكى بتحقيق إختلاف المنظر للشمس بواسطة عبور الزهرة كما قام بحساب مدارات الكويكبات والمذنبات وسميت إحدى المذنبات بإسمه .

أنموذج المنبع القشرى

shell source model
modèle à source en couche *(sm)*
Schalenquellenmodell *(sn)*

← تركيب النجوم .

أنموذج المنبع النقطى

point source model
modèle à source ponctuelle *(sm)*
Punktquellenmodel *(sn)*

أنموذج نجمى يقتصر فيه إنتاج الطاقة على مركز النجم (← التركيب الدخلى للنجوم) .

أنموذج النجم

star model
modèle d'étoile *(sm)*
Sternmodell *(sn)*

← تركيب النجوم .

الأنواع الطيفية المتأخرة

late spectral classes
classes spectrales retardés *(pf)*
späte Spektralklassen *(pf)*

النوع الطيفى K ، M ، N ، R ، S

الأنواع الطيفية المتقدمة

early spectral classes (types)
classes spectrales avancées
frühe Spektralklassen *(pf)*

النوع الطيفى A ، B ، O ، W

الأنواع الطيفية المتوسطة

middle spectral classes (types)
classes (type) spectrales moyennes
mittlere Spektralklassen *(pf)*

النوع الطيفى F ، G .

أوبرون

Oberon *(L)*

أحد ← توابع يورانوس.

أوج

Ap, Apo *(L)*

← الأوج والحضيض

الأوج والحضيض

apsides, apse
apsides *(pf)*, **apse** *(pf)*
Apsiden *(pf)*

النقطتان على مدار جرم سماوى حول آخر ، اللتان يكون فيهما البعد بين الجرمين السماويين أكبر أو أصغر ما يمكن . وفى حالة مدار جرم سماوى حول الأرض فإننا عن **الأوج الأرضى** (أقصى نقطة فى بعد جرم سماوى عن الأرض) **والحضيض الأرضى** (أقرب نقطة على مدار جرم سماوى من الأرض) . وفى حالة مدار القمر حول الأرض فإننا نتحدث عن **الأوج القمرى والحضيض القمرى** . وفى حالة مدار حول الشمس يكون الحديث عن **الأوج الشمسى والحضيض الشمسى** . وفى حالة مدار نجم حول مركز المجرة يكون الحديث عن **الأوج المجرى والحضيض المجرى** . أما فى حالة مدار تابع حول العنصر الرئيسى فى مجموعة نجم مزدوج فيطلق على النقطتين **الأوج والحضيض النجميين** . يطلق خط الأوج والحضيض على الخط الواصل بين نقطة الأوج ونقطة الحضيض وهو فى نفس الوقت عبارة عن القطر الأكبر للمدار الإهليجى . ونصف طول الخط فى هذه الحالة عبارة عن نصف القطر الأكبر لمدار الجرم السماوى . ونصف القطر هذا يمثل أحد عناصر المدار.

الأوج والحضيض الأرضيين

apogee & perigee
apogée & périgée *(sm)*
Erdferne *(sf)* **& Erdnähe** *(sf)*

← الأوج والحضيض.

الأوج الشمسى أو أوج الشمس

aphelion
aphélie *(sm)*
Aphel *(sn)*, **Aphelium** *(sn)*, **Sonnenferne** *(sf)*

أبعد نقطة عن الشمس فى مدار كوكب سيار والنقطة المقابلة هى ← الحضيض الشمسى.

الأوج الأرضى

apogee
apogée *(sm)*
Apogäum *(sn)*

← الأوج والحضيض .

الأوج القمرى

aposelen *(L)*
aposelen *(sm)*
Aposelen *(sn)*

← الأوج والحضيض.

الأوج المجرّى

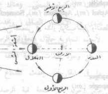
Apogalacticum *(L)*
apocenter
apocentre galactique *(sm)*
Apogalaktikum *(sn)*

← الأوج والحضيض.

أوجه القمر

phases of the moon
phases de la lune *(pf)*
Phase *(pf)* **Mondphase** *(pf)*

هى أشكال إضاءة القمر. ويحدث التعاقب الدورى لأوجه القمر بسبب الوضع المتغير الذى يأخذه القمر أثناء حركته بالنسبة لكل من الأرض والشمس (الشكل) . وحسب هذا الشكل فإن الشمس تضىء أجزاء صغيرة أو كبيرة من جانب القمر المواجه للأرض . وفى أثناء الإستقبال ، عندما يكون القمر مواجها للشمس تماما ، فإن كل سطحه المرئى يكون مضاءا ، ويعبر القمر خط الزوال كبلر عند منتصف الليل بالتوقيت المحلى الحقيق . وفى **التربيع الأخير** يظهر القمر بعد أن يكون قد تحرك حتى الربع الغربى ، أى أكثر من ٩٠ من الإستقبال ؛ ويكون القمر بذلك



رسم تخطيطي لكيفية حدوث أوجه القمر

فى السماء **نصف بدر** آخذ فى النقصان فى النصف الثانى من الليل وقبل الظهر . وعند **الهلال** (بين دورتين قمريتين) يكون القمر فى وضع الإقتران مع الشمس ، فتكون الجهة المواجهة للأرض غير مضيئة ويشرف القمر فى هذا الوقت (حسب ميله) فى نفس الوقت تقريبا مع الشمس ويغرب معها . وقبل قليل من وصول القمر إلى الربع الشرقى يظهر فى **التربيع** ؛ فيبقى بعد الظهر وفى النصف الأول من الليل فوق الأفق . وكما يتضح من الشكل فإن الخسوفات القمرية والكسوفات الشمسية يمكن أن تحدث فقط فى وقتى البدر والهلال على التوالى أى فى الإتصالين . تسمى الفترة التى يستغرقها القمر حتى بلوغ نفس الوجه **بالدورة القمرية** ونكون قد وصلنا إلى البداية عندما يكون القمر بعد دورة قمرية كاملة فى نفس الوضع بالنسبة للشمس ، على سبيل المثال ، ثانيا فى الاستقبال . لهذا فإن دورة القمر تمتد بطول ← شهر نجمى (٣ث ٤٤ق ١٢س ٢٩ى) .

والزمن المنقضى منذ الهلال الأخير يسمى **عمر القمر** ، ومعنى هذا أن البدر هو بالضبط نصف الشهر الإقترانى . وفى أثناء الدورة القمرية يتحرك الحد الفاصل بين كل من الجزئين المظلم والمضىء من قرص القمر مرتين من الغرب إلى الشرق فوق قرص القمر . ويتغير اللمعان الكلى للقمر أثناء تفاوت أوجهه بسرعة أكبر مما يقدر حسب نقص المساحة المرئية المضاءة (← القمر) يمكن مشاهدة الضوء الرمادى للجانب الليلى قبل الهلال أو بعده بقليل ، عندما تكون شدة لمعان الجزء المضىء غير كبيرة . هذا الضوء عبارة عن إضاءة خافتة على الجانب الليلى للقمر بواسطة ما ينعكس على الأرض من ضوء الشمس (مثلما يضىء البدر الناحية الليلية للأرض) ومن شدة الضوء الرمادى للقمر أمكن تعيين عاكسية الأرض .

أوروبا

Europa

أحد ← توابع المشترى .

أوستراليت

australite, obsidianite
australite *(sf)*
Australit *(sm)*

← تكتيت .

أولبرز

Olbers

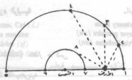
هو ويلهالم أولبرز الطبيب والفلكى الألمانى المولود بتاريخ ١١ أكتوبر ١٧٥٨ فى أريرجن بالقرب من بريمن والمتوفى بتاريخ ٢ مارس ١٨٤٠ فى بريمن . إكتشف أولبرز ٦ مذنبات وقام بحساب مدارات كثير من المذنبات ، كما قام بتطوير طريقة لذلك (ملخص عن أسهل طريقة لحساب مدار مذنب) فى عام ١٧٩٧ . وأولبرز هو مكتشف الكويكبين بالاس وفيستا .

الأوضاع النسبية للشمس والأرض والكواكب

planetary configurations
configuration des planètes *(pf)*
Konstellationen *(pf)*

هى الأوضاع التى نراها من الأرض للشمس والقمر والكواكب . وحسب قيمة زاوية الإنفراج عن الشمس ، أى الفرق فى الطول بين الجرم المشاهد والشمس يتم التميز بين الأوضاع الآتية الشكل :

(١) **الإستقبال** أى فرق الطول ١٨٠° ، (٢) **التثليث** أى فرق الطول ١٢٠° ، (٣) **التربيع** أى فرق الطول ٩٠° ، (٤) **التسديس** أى فرق الطول ٦٠° ، (٥) **الإقتران** أى فرق الطول صفر°.



الأوضاع النسبية للشمس والأرض والكواكب ودلالات الأرقام في حالة الكواكب الخارجية :

١ الاستقبال ٢ التثليث
٣ التربيع ٤ التسديس
٥ الإقتران

وفى حالة الكواكب الداخلية :

٦ الإقتران العلوى ٧ الإقتران السفلى

والكواكب الداخلية لا يمكن أن يكون لها إستقبال فهى تصل فقط إلى حد أعلى من فارق الطول غربا وشرقا(٨) . وعلى النقيض من الكواكب الخارجية يحدث للكواكب الداخلية **إقتران علوى** (٦) (الكوكب خلف الشمس) و**إقتران سفلى** (الكوكب بين الشمس والأرض) (٧) . وتلعب الأوضاع النسبية للكواكب والشمس والأرض دورا كبيرا فى التنجيم . وتستعمل للأوضاع المختلفة رموزا معينه ؛ ☌ الاقتران . □ التربيع ، ☍ الاستقبال . △ التثليث . ⚹ التسديس .

أويلر

Euler

هو ليونارد أويلر الرياضى المولود بتاريخ ١٥ ابريل ١٧٠٧ بمدينة بازل والمتوفى بتاريخ ١٨ سبتمبر ١٨٧٣ فى بطرسبرج ، رحل بعد عام ١٧٢٢ إلى مدينة بطرسبرج وفى عام ١٧٤١ إلى برلين وفى عام ١٧٦٦ ثانية إلى بطرسبرج . وبجانب أعماله الفذه المتنوعه فى الرياضيات قام أويلر ببحوث فلكية مثلا عن إضطرابات مدارات الكواكب (« نظرية الإضطرابات فى حركة الكواكب والمذنبات » ١٧٤٤) .

الايبيسكل

epicycle
épicycle *(sm)*
Epizykel *(sm)*

⟵ نظرية الايبيسكل (التدوير) .

أيثوثيرم

isothermal, at comst temperature
isotherme
isotherm

ذو درجة حرارة ثابته .

إيروس

Eros

إسم ⟵ كويكب .

إيروغرافيا

areography
areographie *(sf)*
Areographie *(sf)*

هى عمل خرائط وتصوير سطح المريخ .

إيكاروس

Icarus

إسم ⟵ كويكب .

إيمدن

Emden

هو روبرت إيمدن الفيزيائى والفيزيائى الفلكى بميونخ . ولد إيمدن فى سانت جالين بتاريخ ٤ مارس ١٨٦٢ وتوفى بتاريخ ٨ أكتوبر ١٩٤٠ فى زيورخ . وكان إيمدن أول من طبق الديناميكا الحرارية على التركيب الداخلى للنجوم .

الأيونوسفير

ionosphere
ionosphère *(sf)*
Ionosphäre *(sf)*

إحدى طبقات ⟵ الغلاف الجوى الأرضى .

ب

الباحث عن المذنبات

comet - sucher
chercheur des comètes
Kometensucher *(sm)*

منظار بصرى قوى جدا فى تجميعة للإشعاع .

بادى

Baade

هو فالتر بادى الفلكى الألمانى المولود بتاريخ ٢٤ مارس ١٨٩٣ فى شروتنج هاوزن والمتوفى بتاريخ ٢٥ يونيو ١٩٦٠ فى جوتنجن . عمل منذ عام ١٩١٩ حتى عام ١٩٣١ فى مرصد هامبورج بريجدورف ومنذ ١٩٣١ حتى ١٩٥٨ فى مراصد مونت ويلسون وبالومار . وقد حازت الدراسات حول مجرتنا والمجرات الأخرى معظم إهتمام بادى . وفى هذا المجال أدخل مصطلح الجمهره . بعد ذلك إهتم بدراسة نجوم RR ـ السلياق ونجوم دلتا قيفاوى والنجوم المتجدده وفوق المتجددة وكذلك المتغيرات الأخرى . هذا بالإضافة إلى دراسات أخرى . حدد بادى مسافات مجموعات نجومية خارجية . وكان أول من تمكن من تمييز نجوم فى الجزء المركزى من سديم المرأه المسلسله .

بؤره

focus
foyer
Brennpunkt *(sm)*, Fokus *(sm)*

(١) ←—— منظار
(٢) نقطة مميزه فى ←—— القطاعات المخروطية .

البؤره الرئيسية

primary focus
foyer primaire *(sm)*
Primärefokus *(sm)*

←—— منظار عاكس

بؤرة كاسيجرينيه

cassegrain focus
foyer cassigrénaie *(sm)*
Cassegrainfokus *(sm)*

←—— منظار عاكس .

بؤره كودى (ثابته)

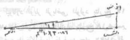
coudé focus
foyer coudé *(sm)*
Coudé - Fokus *(sm)*

←—— منظار عاكس .

البارسك

parsec, *Pc.*
parsec *(sm)*
Parsek *(sm)*

وحدة طول فلكية لقياس أبعاد النجوم . يكون نجم ما على بعد واحد بارسك عندما تكون قيمة الزاوية (التزيح أو إختلاف المنظر) التى يصنعها نصف القطر الأكبر لمدار الأرض حول الشمس عند النجم ثانية قوسيه واحده . وعلى ذلك فإن ١ بارسك = ٢٠٦٢٦٤٫٨ وحدة فلكية = ٣٫٠٨٥٦ × ١٠^١٣ كم = ٣٫٢٦١٥ سنه ضوئيه . ١ كيلو بارسك يحتوى على ١٠٠٠ بارسك ، ١ميجا بارسك به ١٠٠٠ كيلو بارسك .



توضيح تعريف البارسك .

الباطيه

Crater, Crt *(L)*
cup
coupe *(sf)*
Becher *(sm)*

كوكبة غير ظاهره جنوب خط الاستواء .

البال

Cetus, Cet *(L)*
sea monster
baleine *(sf)*
Wahlfisch *(sm)*

كوكبه ⟵ قيطس .

بالاس

Pallas

[من الأساطير اليونانية] أحد ⟵ الكويكبات .

بتانى

Al Battany *(A)*
Al Battany
Al Battani
Al Battani

⟵ البتانى .

بتروغى

Alpetragius *(A)*

⟵ البتروغى

بيرونى

Al Biruni *(A)*

⟵ البيرونى

بحار سطح القمر

mare
mer
Mare

من تضاريس سطح ⟵ قمر الأرض .

البدر

full moon
pleine lune *(sf)*
Vollmond *(sm)*

⟵ أوجه القمر .

برادلى

Bradley

هو جيمس برادلى الفلكى الإنجليزى المولود فى مارس ١٦٩٢ ببلدة شيرى يورلى والمتوفى ١٣ يوليو ١٧٦٢ ببلدة شالى فورد ، أصبح استاذا فى أكسفورد عام ١٧٢١ وفى عام ١٧٤٢ اصبح خليفة لهالى بمرصد جرينتش . حدد برادلى مواقع النجوم الثوابت بأعلى دقة عرفت حتى وقته . وذاع صيت برادلى خلال إكتشافه لزيغ الضوء (١٧٢٨) والترنح (١٧٤٧) .

براهى

Brahe

هو تيكو براهى الفلكى الدانمركى المولود بتاريخ ١٤ ديسمبر ١٥٤٦ فى كنودزتروب فوق شونن والمتوفى بتاريخ ٢٤ أكتوبر ١٦٠١ فى مدينة براغ . درس براهى القانون أولا فى كوبنهاجن ومنذ ١٥٦٢ فى ليبزج ومنذ ١٥٦٦ حتى ١٥٧٠ فى فيتنبرج وروستوك وبازل ، لكنه بدأ مبكرا ، أثناء دراسته ، فى أخذ ارصاد فلكية بالأجهزة البدائية . توقف براهى منذ عام ١٥٧٠ فى الدانمرك ثانية . وهناك رصد فى نوفمبر ١٥٧٢ نجم متجدد (نوفا) فى كوكبة المراة المسلسلة وأوضح فى مقال نشره وكان من أسباب شهرته أن هذا النجم لابد أن يكون ثابتا لأنه لم يرى له حركة بين النجوم الثوابت على الرغم من إجتهاده فى أخذ الأرصاد . يعد هذا النجم «التيكونى» (نسبة إلى تيكو براهى) أحد الثلاثة نجوم فوق المتجدده التى تم رصدها فى مجرة سكة التبانه . وفى عام ١٥٧٥ رحل براهى خلال ألمانيا وتعرف بأمير هِسِن الذى قدمه للملك الدانمركى فريدريك الثانى . وترك له الملك جزيرة هيفن لدراسته كما وضع تحت تصرفه نقودا . فى نفس العام بدأ براهى فى بناء أولى مراصده الشهيره «الأورانين بورج» . وفى عام ١٥٨٤ بنى بجانب ذلك مرصدا ثانيا «الاشتيرنين بورج» . ووضع فيه آلاته وخصوصا آلة الربع الشهيره التى تعتبر أدق نموذج من هذا النوع قبل إختراع المنظار . وقد جعل كل من بناء هذه الأجهزة وما أخذه بها من أرصاد لفترة تزيد على عشرين سنه للنجوم الثوابت والكواكب ، من براهى أكبر راصد فلكى فى عصره . وقد مكنت هذه القياسات «كبلر» بعد ذلك من إستنباط الحركات

الحقيقية للكواكب . وبعد موت الملك أصبح براهى متعبا وأصيب بمرض مزمن وترك الدانمرك فى عام ١٥٩٧ . بعد ذلك بعامين عينه القيصر رودلف الثانى كرياضى وفلكى فى قصره ببراغ ، حيث تمكن براهى من بناء جديد . وفى براغ إتخذ براهى من كبلر مساعدا له وأصبح الأخير خليفة له بعد موته (١٦٠١) وأخذ بذلك أرصاد براهى الكثيرة لدراستها . وعلى الرغم من تقدير براهى الشديد لكوبرنيكوس إلا أنه ظل يرفض تعاليمه لأنها لا تتفق مع أرصاده . وقد إفتقد براهى فى تعاليم كوبرنيكوس إختلاف منظر النجوم ووافق على نظرية التدوير (الابيسيكل) وأعتبرها صحيحة إلى حد ما . وبخلاف ذلك طور براهى نظريته الكوكبية التى تقضى أيضا بحركة الكواكب حول الشمس ، لكنه جعل الشمس ذاتها تدور حول الأرض .

ومن أعمال براهى الفلكية أيضا ما صدر له فى عام (١٥٧٣) إستلانوفا ، وأسترونوميا ميكانيكا (١٥٩٨) ، وأسترنوميا إنستوريتا بروجيمنسماتا (١٦٠٢) .

برج

constellation
constellation *(sf)*
Sternbild *(sn)*

تسمية تطلق على كل من إثنا عشر ← كوكبه تحيط بالكرة السماوية كحزام عند دائرة البروج (دائرة الحيوانات) .

برج آينشتين

Einstein tower
tour d'Einstein *(sf)*
Einsteinturm *(sm)*

اسم برج الشمس فى بوتسدام ؛ ← أرصاد الشمس .

برج الشمس

solar twor
tour solaire *(sf)*
Sonrenturm *(sm)*

← أرصاد الشمس . .

البركار

Circinus, Cir *(L)*
Circinus
Compas *(sm)*
Zirkel *(sm)*

كوكبة فى نصف الكرة الجنوبى لا ترى من خطوط عرض شمال البلاد العربية ويرى الجزء الشمالى منها فقط فى خطوط العرض الجنوبية لجنوب السودان فى ليالى الربيع .

البروتون

Proton
proton *(sm)*
Proton *(sn)*

جسيم أولى كتلته ١,٦ × ١٠ ^-٢٤^ جم وله شحنة موجبة تساوى شحنة الاليكترون مع فارق الاشارة . تتكون نواة الذرة من البروتونات وما يساويها فى الكتلة من النيوترونات ، عديمة الشحنة (← تركيب الذره) . وتتكون ذرة أخف العناصر ، أى الهيدروجين ، من بروتون واحد أى أن البروتون هو بالضبط ذرة هيدروجين متأنية .

بروتون - بروتون

Proton - Proton

تفاعل نووى يؤدى إلى ← إنتاج طاقة النجوم .

البروج

ecliptic, zodiac
écliptique *(sm)*, **zodiaque** *(sm)*
Ekliptik *(sf)*, **Zodiakus** *(sm)*, **Tierkreis** *(sm)*

← دائرة البروج .

بريديشين

Bredichin

هو فيودور إليكسندوفيتش بريديشين الفلكى الروسى المولود بتاريخ ٨ ديسمبر ١٨٣١ فى نيكولاييف والمتوفى بتاريخ ١٥ مايو ١٩٠٤ فى بترسبورج (حاليا لينتجراد) ؛ فى عام ١٨٥٧ أستاذ بموسكو ، ١٨٧٣ مدير للمرصد بها ، ١٨٩٠ -

١٨٩٤ مديرا لمرصد بلكوفو . إشتهر بريديشين بأبحاثه عن النيازك وخصوصها أشكال ذيولها .

البريق

albedo
albedo *(sm)*
Albedo *(sn)*

← العاكسية .

بصرى

visual
visuel
visuell

مُشاهد أو مُقاس بالعين أو فى نطاق حساسية العين مثل **اللمعان البصرى** الذى يقدر بالعين ، ← اللمعان .

بطلميوس

ptolomy
ptolomée
Ptolemäus

هو كلاوديوس بطلميوس الفلكى والرياضى والجغرافى الذى ولد حوالى عام ٩٠ فى مصر وتوفى فى حوالى عام ١٦٠ وعاش بالأسكندرية . وعلى الرغم من أن بطلميوس ليس أهم الفلكين القدماء إلا أنه أشهرهم ، ويرجع ذلك إلى أن أعماله نقلت كامله ، على العكس مثلا من إنتاج هيبارخ الأكثر أهمية . وأهم أعمال بطلميوس هو كتابه « النظام الفلكى الكبير » ، الذى لخص فيه أعمال الفلكيين اليونانيين القدماء . وقد إنتقل هذا الكتاب عن طريق العرب بعد ذلك إلى أوروبا تحت إسم الماجسط وظل فى كل العصور الوسطى المرجع الفلكى الرئيسى . وصف بطلميوس فى هذا الكتاب ضمن أشياء أخرى نظرية كوكبية فى إطار مركزية الأرض عرفت بإسم **نظام الكون لبطلميوس** وإستبدلها كوبرنيكوس بتعاليمه عن مركزية الشمس (← نظام الكون) . علاوة على ذلك إحتوى الكتاب مصنفا نجوميا إعتمد فى بعض أجزاؤه على أرصاد أخذها بطلميوس بنفسه أما الأجزاء الأخرى فهى منقولة عن مصنف هيبارخ القديم . وقد ظل هذا المصنف أيضا مستعملا لما بعد العصور الوسطى .

بطن الحوت

Mirach *(A)*

هو نجم ← الميراق .

البعد البؤرى

focal length
longueur focale *(sf)*
Brennweite *(sf)*, **Fokallänge** *(sf)*

← المنظار .

البعد القطبى

polar distance
distance polaire *(sf)*
Poldistanz *(sf)*

هو المسافة بين جرم سماوى وبين القطب الشمالى للسماء مقاسه بالدرجات من صفر حتى ١٨٠° .

البقار

Bootes, Boo *(L)*
herdsmann, kitte
bouvier *(sm)*
Ochsentreiber *(sm)*, **Stiertreiber** *(sm)*

هو كوكبه ← العَوّاء .

البقعة الحمراء

great red spot
tache rouge *(sf)*
Roter (grosser) Fleck *(sm)*

هى ظاهرة واضحة ملفته للنظر على كوكب ← المشترى .

البقعة الشمسية

sunspot
tache solaire *(sf)*
Sonnenfleck *(sm)*

هى مناطقة إضطراب تظهر داكنة إما فردية أو جماعية فوق فوتوسفير الشمس . وفى حالة البقع الشمسية الكبيرة يمكن بوضوح التمييز بين نواة معتمة ، **الظل** ، وبين منطقة محيطه بها أقل إعتاما ، **شبه الظل** . وبالفحص الدقيق نجد أن مناطق شبه الظل لها تركيب شَريطى قُطرى .

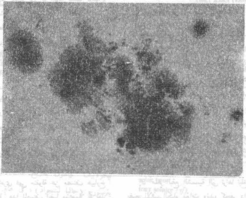
إن أصغر البقع الشمسية التى نراها تبلغ فى قطرها بضع آلاف الكيلو مترات وتبدو كحفر داكنة وليس لها شبه ظل . كما يصل قطر أكبر البقع الشمسيه إلى

٢٠٠،٠٠٠ كم ، أى أكثر من ١٥ مرة مثل قطر الأرض .

ويمكن رؤية المجموعات الكبيرة من البقع الشمسية بالعين المجردة . يتراوح عمر البقعة الشمسية من يوم واحد إلى عدة أشهر . وللبقع الصغيرة عمر قصير بينما مجموعات البقع الكبيرة يمكن أن تبقى لعديد من الدورات الشمسية . كما أن البقع الصغيرة يمكن أن تتطور إلى أخرى كبيرة ، وهذه يمكنها بدورها أن تتجزأ أو تبتعد عن بعضها . بجانب البقع الرئيسية يمكن أن تتكون فى كثير من الأحيان بقعا جانبية أو ثانوية . ومن بين البقع الرئيسية فى مجموعة كلف شمسى فإن البقعة الموجودة إلى الأمام أى الموجودة ناحية الغرب تسمى **بالبقعة** . ـ P (الفائدة أو السابقة) كما تسمى البقعة الموجودة إلى الشرق **بالبقعة** . ـ F (التابعة أو اللاحقة) . وتظل هاتان البقعتان أو حداهما مرئية لأطول مدة الإختفاء التدريجى لمجموعة البقع .

وتطور مجموعة بقع كبيرة مرتبط دائما بتطور مركز نشاط شمسى . من هنا فإن كثيرا من ظواهر النشاط الشمسى ترتبط بالبقع الشمسية ، فعلى سبيل المثال نجد حول البقع الشمسية دائما مناطق مشاعل (← المشاعل الشمسية) . وبسبب هذه العلاقات ، التى تدل على أسباب واحدة للنشأة ، فإن شيوع ظواهر النشاط الشمسى الأخرى وكذلك شيوع ما يحدث على الأرض من ظواهر شمسية ـ أرضية يسير موازيا لشيوع البقع الشمسية .

شيوع البقع الشمسية : يؤخذ غالبا كمقياس لشيوع البقع الشمسية **العدد النسبى للبقع** R ؛ $R = 10g + f$ ؛ وهنا تدل g على عدد مجموعات البقع وتدل F على البقع التى نراها على قرص الشمس . وفى هذا الشأن فإن بقعة واحدة تظهر بمفردها على الشمس تحتسب كمجموعة . أى أنه إذا شاهدنا فوق قرص الشمس بقعة شمسية واحدة تكون g = ١ ، F = وعليه فإن R = ١١ . ويتغير العدد النسبى بشدة وبغير إنتظام من يوم إلى آخر ، إلا أن المتوسطات الشهرية تُظهر بوضوح دورة بطول ١١ سنة (الشكل) . تسمى الفترة الزمنية بين حضيض النشاط الشمسى البقعى إلى الحضيض التالى **بدورة البقع الشمسية** . ويختلف إرتفاع النهاية القصوى

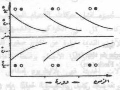


(١) مجموعة بقع شمسية سجلت بتاريخ ١٥ / ٥ / ١٩٥١

من مرة إلى أخرى مع ملاحظة أنه يبدو وجود دورة طولها ٨٠ سنة . ويبدأ النشاط العالي مبكرا من سنة إلى سنتين ويدل عليه الإرتفاع الحاد السريع في عدد البقع .

أحزمة البقع

تحدث البقع الشمسية في حزامين موازين لخط الإستواء الشمسي بين العروض ٣٥°، صفر° الشمالية والجنوبية للشمس . وتظهر البقع الأولى من دورة بقع جديدة عند عرض شمسي ± ٣٥° ، ثم ينتقل حزام البقع على كل من الجانبين ناحية خط الإستواء (الشكل) . وعندما تكون آخر بقعة في المجموعة السابقة عند عرضي شمسي ± ٥° تبدأ على الجانبين



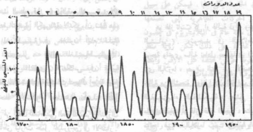
(٢) حركة مجموعات البقع الشمسية مع مرور الزمن من العروض الكبرى إلى العروض الصغرى وكذلك تبديل القطبية المغناطيسية بين البقعتين القائدة P والتابعة F .

أولى مجموعة البقع التالية ثانيا على بعد ± ٣٥° من خط الإستواء الشمسي ، بحيث تتداخل الدورتان في الوقت لمدة عام تقريبا . وفي الوقت الذي تقترب فيه مجموعة البقع من خط الإستواء فإن البقع تبتعد عن بعضها .

الخصائص الفيزيائية

ليست البقعة الشمسية سوداء تماما ، ولكن إشعاعها أقل فقط عما يجاورها كما أنها تعلوه أيضا بعض الشيء . تقدر شدة الإشعاع في نواة البقعة حوالي ٤٠ ٪ من الفوتوسفير غير المضطرب . من ذلك فإن درجة حرارة البقع الشمسية حوالي ٤٦٠٠° أي تقريبا ١٢٠٠° أقل من درجة حرارة الفوتوسفير . ويظهر الطيف كذلك متغيرا مما يتناسب مع هذا . وقد اتضح من الدراسات وجود تيارات في وحول البقع الشمسية . في الطبقات العميقة يدخل التيار إلى البقعة ويخرج منها في الطبقات العليا . وشكل التيارات دوراني كما يتضح من الصور الطيفية في الخط H_α (يرجع السبب في ذلك مثلما هو الحال في جو الأرض إلى القوى الكوريولية) .

تحتوي جميع البقع الشمسية على مجالات مغناطيسية قوية . ويستدل على ذلك من إنقسام الخطوط الطيفية في طيف البقع الشمسية ، أي من



(٣) المتوسط السنوي لعدد البقع الشمسية بين عامي ١٧٥٠ ، ١٩٥٦

أرصاد ظاهرة زيمان. وتُقدر شدة المجال المغناطيسى فى مركز البقع الكبيرة ببضع مئات إلى بضع آلاف جاوس. وتتجه خطوط المجال فى المركز عمودية خارجة من سطح الشمس بينما تميل فى منطقة شبه الظل وبشدة دائما ناحية الخارج. ويشاهد مجال مغناطيسى مسبقا فى الأماكن الذى ينشأ فيها بعدذلك بقعا شمسية. والخواص المغناطيسية للبقع الشمسية ملفتة للنظر، فالبقعتان الرئيسيتان تُكوِن فى القاعدة مجموعة ثنائية القطب؛ أى أن لها قطبين متعاكسين. ويُلاحظ على أحد نصفى الكرة الشمسية فى داخل دورة ما أن كل البقع القائدة لها نفس القطب، أى مثلا كلها شمالية المغناطيسية بينما كل البقع التابعة جنوبية، على حين نجد على النصف الآخر للقرص نظام الأقطاب المغناطيسية لكل من هاتين البقعتين معكوسا تماما. ومع بداية دورة جديدة ينعكس النظام فى كلا النصفين (الشكل ٢). وتبعا للخاصية المغناطيسية هذه فإن كل دورتين بطول ١١ سنة لكل منهما تكونان دورة واحدة متكاملة بطول ٢٢ سنة.

لاتوجد حتى الآن نظرية كاملة حول نشأة البقع الشمسية، إلا أن هناك إفتراضات مختلفة تحاول إلى حد ما تفسير حقائق بذاتها. فمثلا يُعلل التبريد فى البقع الشمسية بأن المجال المغناطيسى يعوق تيارات الحمل وبالتالى التزويد بالطاقة، وأن المجموعات ثنائية القطب لها علاقة بإرتفاع الدوامات. وقد تم رصد تأثير التيار الدورانى وذبذبات الشمس. ويبدو مؤكدا أن المجال المغناطيسى والإضطراب نتيجة لمناطق تيارات حمل الهيدروجين يلعبان دورا كبيرا. ولابد أن تكون المجالات المغناطيسية موجودة تحت السطح قبل رؤية البقع الشمسية؛ لأنه بسبب كفاءة التوصيل الكهربائية لايمكن أن تنشأ هذه المجالات المغناطيسية فى غضون أيام قليلة (← الشمس، المجال المغناطيسى). ويمكن التفسير النظرى للانعكاس فى قطبية كل من البقع القائدة والتابعة وكذلك لتجوال أحزمة البقع ناحية خط الإستواء عندما نأخذ التأثير المشترك لكل من المجال المغناطيسى العام للشمس والدوران التفاوتى ومناطق تيارات حمل الهيدروجين فى الاعتبار.

أكتشفت البقع الشمسية لأول مرة بواسطة جاليلى عام ١٦١٠ كما إكتشفها وفى نفس الوقت تقريبا كل من جون فابريسيوس وفون شاينر. ودلل هـ. شوابا على دوريتها عام ١٨٤٣، وتم تحديد الدورة بعد ذلك على يد ر. وولف، وتحقق ج. أ. هالى عام ١٩٠٨ من وجود مجال مغناطيسى للبقع الشمسية.

البقعة التابعة

F - Spot
tache de queue *(sf)*
F - Fleck *(sm)*

هى البقعة الرئيسية التى تظهر ناحية الشرق من مجموعة بقع شمسية؛ البقع الشمسية.

البقعة القائدة

P - spot
tache de tête *(sf)*
P - Fleck *(sm)*

(أ) هى البقعة الرئيسية التى تسبق مجموعة بقع شمسية فى دوران الشمس، أى الموجودة فى الجزء الغربى من مجموعة البقع الشمسية؛ البقع الشمسية.

البلازما

plasma
plasma *(sm)*
Plasma *(sn)*

هو غاز تأينت كل أو غالبية ذراته وجزيئاته (← التأين). وتوجد فى البلازما شحنات موجبة وأخرى سالبة تعادل بعضها فى المتوسط، بحيث تُرى البلازما، بصرف النظر عن الإضطرابات المحلية، خالية من الشحنة. ونظرا لأن الغازات التى ندرسها فى الفيزياء الفلكية، مثل ← غاز ما بين النجوم أو غاز أغلفة النجوم، متأينة جزئيا، فإن نتائج فيزياء البلازما يتم مراعاتها باهتمام كبير فى

الدراسات الفيزيائية الفلكية . أما إذا إنفصلت ، فى أى مكان من البلازما ، الشحنات السالبة والموجبة بفعل أى إضطرابات فإن الجذب الكهربى يؤثر كقوة ، يمكن بسببها حدوث تذبذب للبلازما . وقد أُفترض أن يكون تذبذب البلازما هذا سببا فيما يأتى من الكون من ← إشعاع الذبذبات الراديوى .

بلانك

Planck

← قانون بلانك ، ← كم بلانك .

بلانيتاريوم

planetarium
planétarium *(sm)*
Planetarium *(sn)*

تجهيزه لتمثيل حركات الأجرام السماوية خصوصا حركات كل من الكواكب والشمس والقمر . والآلات القديمة عبارة عن نماذج صغيرة للمجموعة الشمسية ، تدار فيها الأجسام بواسطة ساعات . أما الآلات الحديثة فهى **بلانيتاريوم إسقاطى** مثل ما طورته شركة كارل زايس يينا حوالى عام ١٩٢٥ . وقاعة العرض عبارة عن قبة تمثل نصف الكرة السماوية . ويتم إسقاط الأجرام السماوية على السطح الداخلى لتلك القبة بواسطة صور مرئية . ويمكن إدارة آلات الإسقاط بحيث تتجول الصور على القبة . وبذلك يتم تمثيل حركات النجوم الثوابت ، والشمس والقمر والكواكب عن طريق إختلاف سرعات دوران المحركات الخاصة بكل منها . فيمكن على سبيل المثال محاكاة الحركات الظاهرية التى تصنعها الكواكب خلال مائة عام فى البلانيتاريوم فى غضون بضع دقائق . علاوة على ذلك يمكن رؤية منظر السماء من خطوط عرض مختلفة على الأرض وأيضا الخسوف والكسوف وظهور المدنيات .

البلسار

Pulsar *(sm)*

هو منبع راديوى تنبعث منه نبضات راديويه منتظمه جدا وبالنسبة لما تم إكتشافه حتى الآن ، والذى يزيد عن ٥٠ بلسار ، فإن دورة النبض تتراوح بين ٠٣٣ر٠ ، ٣ر٧٤ ثانية ، وطول النبضة الواحدة ٥ ٪ من طول الدورة . وتختلف شدة وشكل النبض الراديوى من بلسار إلى آخر وكذلك من نبض إلى آخر فى نفس البلسار ؛ أما إذا أخذنا المتوسط لنبضات كثيرة فإننا نحصل على شكل مميز لنبض كل بلسار . وفى حالة الفارق الكبير فى الزمن بين النبضات يتضح وجود تأرجحات كبيرة فى الشدة تستمر لحوالى ٠٠٠١ر٠ ثانية داخل النبض الواحد . ودورة البلسار ثابتة بدرجة كبيرة ، فهى تتغير فى خلال عدة شهور بحوالى ١٠$^{-٨}$ ثانية فقط . ومع ذلك يتضح من الأرصاد الحديثة أن طول الدورة يزداد بقيم صغيرة فى كثير من البلسارات ، على أن البلسار ذو أقصر دوره هو أسرعها فى التغيير . وعلى الرغم من هذا فقد قيس نقص فى الدورة لإثنان من البلسارات ، حيث قصر طول الدورة فى نهاية فبراير ١٩٦٩ على شكل قفزه صغيرة للبلسار PSR 0833 (يدل العدد على المطلع المستقيم α = ٨^{س} ٣٣^{ق}) . ثم إزداد ثانية إلى القيمة الأصلية .

وينبعث الإشعاع الراديوى للبلسار فى نطاق عريض من الطيف بين طول موجى ١ سم حتى ١ م ، وأقصى شدة إشعاع هى عند حوالى ٣٠ سم ، كما أن جزءا من هذا الإشعاع مستقطب بدرجة كبيرة يمكن أن تصل إلى ١٠٠ ٪ . وقد لوحظ أيضا أن زاوية الإستقطاب تدور دائما فى إتجاه واحد أثناء النبض . ولو قمنا بتسجيل النبضات فى أطوال موجات مختلفة فإننا نلاحظ أن النبض يصل إلى الأرض مبكرا فى الأطوال الموجية القصيرة عنه للموجات الطويلة . يمكن أن يفسر ذلك بأن سرعة للوجات القصيرة فى الغاز المتأين أكبر من سرعة الموجات الطويلة . ويعتمد الفرق بين وقتى الوصول بالإضافة إلى طول الموجة على عدد الإليكترونات الحرة الموجودة بين المصدر والأرض . فإذا ما عرفنا متوسط كثافة الإليكترونات

الطليقة فى مادة ما بين النجوم يمكننا إستنتاج مسافة البلسار. وفى الوقت الحالى يمكننا إستنتاج معلومات تقريبية فقط ، لأن الكثافة المتوسطة للإليكترونات فى مادة ما بين النجوم معروفة بدرجة غير دقيقة وعلى الرغم من ذلك يتضح أن البلسارات مركّزة حول مستوى المجرة وأنها شبيهة فى توزيعها بأجسام الجمهرة الأولى.

للبلسار **NP 0532** (**N** إختصار ناشيونال راديو أوبزرفاتورى ، ***P*** إختصار بلسار والعدد يعطى المطلع المستقيم بالساعات والدقائق) أقصر دورة معروفة حتى الآن وهى ٠٣٣٠٩١١٤ر٠ ثانية. وقد أمكن تعيين مكان هذا البلسار فوجد مطابقا للنجم المركزى فى ← سديم أبو جلمبو. وهـذا النجم يمثل بقايا سوبر نوفا ، شوهد إنفجارها فى عام ١٠٥٤. إن هذا التحديد وحيد الدلالة حيث أن النـجـم المركـزى لـه نـفـس الـدورة سواء فى النطاق البصرى أو النطاق السينى من الطيف مثل الـبـلـسـار تمامـا. ومن المحتـمـل أن يـكـون البلسار **PSR 0833** منطبقا مع بقايا سوبر نوفا إنفجرت قبل التاريخ فى كوبه السفينة. وعلى خلاف ذلك لم يكن إيجاد تطابق بين أى بلسار وبقايا سوبر نوفا. وكذلك لم يمكن لأى بلسار آخر غير **NP 0532** التأكد من المطابقة مع جسم بصرى.

ولابد أن يكون البلسار جسم صغير. يستنتج هذا على سبيل المثال من أن فترة إنبعاث النبض من الجسم لا يمكن أن تكون أقصر من زمن عبور الجسم ذاته. وبذلك فإن نبضة طولها ٠٠١ر٠ ثانية يمكن أن تنبعث من مصدر نصف قطره فقط أقل من ٣٠٠كم. وإذا ما إفترضنا للبلسار كتلا من نفس رتبة كتل النجوم فإننا نحصل على كثافات عالية جدا ، كالتى توجد فى الأقزام البيضاء. وعلى وجه الخصوص فى النجوم النيوترونية.

أُفترض أولا أن يكون الإشعاع المتقطع للبلسار نتيجة لنجم نابض (أى نجم ينكمش ويتمدد بإنتظام). ولما كان من الممكن الحصول على كثافة النجم النابض من ذبذبة النبض ، فقد نتضح عن ذلك كثافات تزيد بكثير عما هى عليه فى الأقزام البيضاء ومن هنا جاء الربط بين البلسار والنجوم النيوترونية إلا أنه إتضح أن هذا الإفتراض يصطدم بصعوبات كثيرة فى تعليل الأرصاد. ويسود حديثا الاعتقاد بأن البلسار عبارة عننجم نيوترونى دوار ذو مجال مغناطيسى قوى. (يتم إستبعاد الأقزام البيضاء الدوارة ، لأنه بالنسبة لأحجامها وصغر زمن دورتها تصبح مثل هذه النجوم عديمة الإستقرار). وينطلق من النجوم النيوترونية غاز متأين يتحرك قطريا على طول المجال المغناطيسى إلى الخارج وله نفس السرعة الزاوية W مثل النجم ، أى أن الغاز يدور مع النجم النيوترونى كما لو كنا جسما واحد. وعلى مسافة r من محور الدوران تبلغ السرعة الخطية rW تقريبا سرعة الضوء. وينبعث من الغاز المتأين إشعاع سينكروترونى ، أساسا فى الإتجاه الأمامى (بالنسبة لراصد بعيد يبدو النجم النيوترونى مثل مناره) : وتعتمد فترة النبض على خط عرض القطاع الدائر ، الذى يتحرك فيه الغاز المتأين إلى الخارج تحت تأثير المجال المغناطيسى. وإذا ما بلغ الغاز مسافات تكون عندها rW أكبر من سرعة الضوء فإن الغاز لا يمكنه بعد ذلك اللحاق بخطوط المجال الدائرة. ويُعتقد أن تكون هذه الجسيمات عالية الطاقة (البروتونات والإليكترونات) فى حالة سديم أبو جلمبو ، على سبيل المثال ، مسئولة عن الإشعاع السينكروترونى البصرى ، وأنها تهرب كأشعة كونية عالية الطاقة. ويؤدى الإشعاع إلى نقص دائم فى طاقة النجم النيوترونى ، الشىء الذى يؤدى بدوره إلى إبطاء الدوران ، الأمر الذى يفسر الزيادة الحادثة فى دورة النبض. أما التغيير المفاجىء الذى تم رصده فى هذه الدورة فمن الممكن أن يكون راجعا لتغيير فى تركيب نجم النيوترون.

على الرغم من هذه النظرية التامة نسبيا فإن هناك كثيرا من المسائل غير الواضحة. كان إكتشاف أول بلسار فى ٢٨ نوفمبر ١٩٦٧.

بلكوفو

Pulkowo

⟵ مرصد.

بلوتو

pluto
pluton *(sm)*
Pluto *(sm)*

أبعد كواكب المجموعة الشمسية ويرمز له بالرمز

يتحرك بلوتو حول الشمس بسرعة متوسطة حوالى ٤,٧٤ كم / ث ويتم دورة حولها فى زمن قدره ٢٤٧,٧ سنه وذلك فى مدار يُعد أكبر مدارات الكواكب إهليجيه = ٠,٢٥٣ ، كما أن له أكبر ميل على مستوى دائرة البروج يبلغ متوسط بعد بلوتو عن الشمس ٣٩,٧ وحده فلكيه ، إلا أنه يتأرجح بسبب الإهليجيه الكبيرة بين ٤٩,٣ ، ٢٩,٧ وحده فلكيه ، بحيث يتواجد الكوكب فى الحضيض داخل مدار نبتون. وقد أدت ظروف مدار بلوتو الشاذة إلى إفتراض أنه تابع قديم لنبتون وعلى النقيض من ذلك توضح الدراسات الميكانيكية السماوية عدم إحتمال هذا الفرض. يظهر بلوتو نتيجة للبعد الشديد عن الشمس ، فقط كنجم من القدر ١٤ وحتى فى المناظير الكبيرة فإنه يُرى على شكل نقطه. لهذا فإن القياسات القطرية المباشرة للكوكب غير ممكنة. وقد أمكن تقدير قطر الكوكب من إستتار النجوم حوله بحوالى ٥٠٠٠ كم. ومما يحدثه فى مدار نبتون من إضطرابات أمكن تقدير كتلة بلوتو بحوالى ٠,١٨ مثل كتلة الأرض وكثافة الكوكب المتوسط تتراوح من ٢ إلى ٤ جم / سم٣ ، أى أقل من كثافة الأرض. يدور بلوتو كل سته أيام وتسع ساعات مره حول محوره

وتشابه قصة إكتشاف بلوتو تماما قصة نبتون ؛ فقد أدى ما يتبقى من إضطرابات فى مدار يورانوس بعد إستبعاد تأثير نبتون إلى إستنتاج وجود كوكب آخر ظل البحث عن الكوكب المُستنتج مده طويلة بدون جدوى إلى أن إكتشفه الأمريكى تومباف فى ١٨ فبراير ١٩٣٠.

تابع بلوتو

أكتشف فى عام ١٩٧٨ وجود تابع لبلوتو رمز له بالرمز 1978 pl سمى شارون ويدور التابع فى مدار على بعد ١٩٧٠٠ كم من مركز الكوكب ويتم دورته مرة كل ٦,٣٨٧١ يوما. ويميل مداره على مستوى إستواء الكوكب بزاوية ٩٤°.

بليتونيت

Billitonit

⟵ تبكتيت.

البندول

Horologium, Hor *(L)*
horologium
horologe *(sf)* **pendule astronomique** *(sm)*
Hörologium *(sn)*, **Pendeluhr** *(sf)*

إحدى كوكبات نصف الكره الجنوبى التى ترى مائلة جدا على الأفق الجنوبى فى خطوط عرض جنوب البلاد العربية وذلك فى ليالى الخريف.

بولاريس

Polaris *(sm)*

نجم ⟵ القطبيه.

البوصلة البحرية

Pyxis, Pyx *(L)*
pyxis
poussole *(sf)*
Schiffskompass *(sm)*

إحدى كوكبات نصف الكره الجنوبى التى ترى فى ليالى الشتاء.

البولومتر

bolometer
bolomètre *(sm)*
Bolometer *(sn)*

هو ⟵ المقياس الحرارى.

بيازى
Piazzi

هو «جيسيبى بيازى» الفلكى الإيطالى المولود بتاريخ ١٦ يوليو عام ١٧٤٦ فى بونق والمتوفى بتاريخ ٢٢ يوليو عام ١٨٢٦ فى نابولى، كان أولا قسيسا ثم بعد ذلك مديرا لمرصد باليرمو ونابولى. وقد أصدر بيازى مصنفا للنجوم الثوابت، واشتهر بيازى عن طريق إكتشافه لأول كويكب، سيرس، فى أول يناير عام ١٨٠١.

البياض
albedo
albedo (*sm*)
Albedo (*sn*)

← العاكسية

بيتا السلياق
Beta Lyrae

← نجوم بيتا السلياق

بيتا قيفاوى
Beta Cephei

← نجوم بيتا قيفاوى.

بيتا الكلب الأكبر
Beta Canis Majoris

← نجوم بيتا الكلب الأكبر.

بير هيلومتر
pyrheliometer
pyrhéliomètre (*sm*)
Pyrheliometer (*sn*)

جهاز لقياس ← الثابت الشمسى.

بيزل
Bessel

هو فريدريك وهام بيزل، الفلكى الألمانى المولود بتاريخ ٢٢ يوليو ١٧٨٤ فى منون والمتوفى بتاريخ ١٧ مارس ١٨٤٦ بمدينة كونجزبرج (حاليا كالنينجراد). بدأ فى عام ١٨٠٦ كراصد فى مرصد شروت الخاص فى بلدة ليلين تال، وأصبح فى عام ١٨١٠ مديرا لمرصد كونجزبرج. وبجانب دراساته فى المساحة والطبيعة الأرضية قام بيزل قبل كل شىء بأعماله للتحديد الدقيق للإحداثيات الفلكية. وعين التبادر والترنح والزيغ الفلكى وميل الدائرة الكسوفية وتمكن فى الفترة من ١٨٣٨ ـ ١٨٣٩ بواسطة الهليومتر الذى قدمه له فراونهوفر ولأول مرة (فى نفس الوقت تقريبا مع ستروفا) من قياس إختلاف منظر نجم ثابت، وكان هذا النجم هو ٦١ ـ الدجاجة. كما قام بيزل بدراسة تغيير الحركة فى نجم الشعرى اليمانية ونجم الشعرى الشامية.

بيكرينج
Pickering

هو ادوارد شارلى بيكرينج الفلكى من أمريكا الشمالية المولود بتاريخ ١٩ يوليو ١٨٤٦ فى بوسطن والمتوفى بتاريخ ٣ فبراير ١٩١٩ فى كامبردج (ماسوشيس، بالولايات المتحدة الأمريكية)، ١٨٧٧ ـ ١٩١٧ مديرا لمرصد هارفارد. وقد أدخل بيكرينج مراقبة السماء فوتوغرافيا فى الفلك، واكتشف المزدوجات النجومية الطيفية والمتغيرات النجومية فى الحشود النجومية الكروية كما جمع مع مجموعته من البحاث مادة فوتومترية هائلة. وأصدر بيكرينج المصنف النجومى الشهير، هارفارد فوتومترى للتقع، ويحتوى على لمعان ٩١٠٠ نجما، وكذلك مصنف هنرى ـ درابر بما يشمله من معلومات عن ٢٢٥٠٠٠ نجم.

بيلوبولسكى
Belopolski

هو أرستارخ أبولوفيتش بيلوبولسكى، الفلكى السوفيتى المولود بتاريخ أول يوليو ١٨٥٤ فى موسكو والمتوفى بتاريخ ١٦ مايو ١٩٣٤ فى بلكوفو. عمل بيلوبولسكى منذ عام ١٨٧٨ بمرصد بلكوفو أساسا فى الفيزياء الشمسية وأطياف النجوم، وأكتشف فى عام ١٨٩٤ تغيير السرعة الخطية للنجم دلتا قيفاوى.

البيليات

bielids
biélides *(pm)*
Bieliden *(pm)*

تماما مثل ← المسلسلات . أنظر أيضا ← مذنب بيالى.

بين الكواكب

interplanetary
interplanétaire
interplanetar

← مادة ما بين الكواكب فى المجموعة الشمسية .

بين المجرات

intergalactic
intergalactique
intergalaktisch

← مادة ما بين المجرات .

بين النجوم

interstellar
interstellaire
interstellar

← مادة ما بين النجوم وأحيانا بمعنى « خارج المجموعة الشمسية » .

ت

تابع *

moon, companion, satellite
satellite *(sm)*
Begleiter *(sm)*, **Trabant** *(sm)*, **satellit** *(sm)*, **Mond** *(sm)*

العضو الأقل كتلة أو الأقل فى لمعانه الظاهرى ـ فى حالة تساوى الكتل ـ فى مجموعة مكونة من جسمين سماويين أو أكثر تحكمها الجاذبية المتبادلة ، مثل الأقمار مع الكواكب ، أو الاعضاء الأقل لمعانا فى حالة النجوم المزدوجة . ونميز بالتابع غير المرئى فى ← نجم مزدوج ، ذلك العضو الذى يستدل على وجوده فقط من خلال تأثير قوة جذب كتلته على العضو الاما على جرم سماوى يدور حول كوكب . ونعرف من الأقمار (التوابع) ٤٣ موزعة على جميع الكواكب بإستثناء الكوكبين الداخليين (الجدول) ويمكن إعتبار الأجسام المنعزلة فى حلقات زحل أيضا كتوابع وإن كانت غير داخله فى العدد السابق . وتتراوح أقطار الأقمار (غير مؤكدة) من حوالى ١٠ كم إلى أكثر من قطر عطارد . وفى حالة يو وأوربا (من توابع المشترى) وتيتان (من توابع زحل) أمكن التحقق من وجود أغلفة جوية رقيقة . ولمدارات التوابع فى الغالب إهليجية صغيره ، إلا أن إهليجية نريبدى (أحد تابعى نبتون) تبلغ حوالى ٠,٧٦ ومعظم التوابع تتحرك حركة يمينيه ، أما توابع المشترى باسيفى وسينوبى وكارمى وأنانكى وقمر زحل ، فوبى ، وقمر نبتون ؛ تريتون فحركاتها تراجعية (بالنسبة إلى مستوى خط إستواء الكوكب) . وعن تابع الأرض ← قمر الأرض . وعن توابع الكواكب الأخرى إنظر تحت الكواكب . وعن نشأة التوزيع إنظر ← كسموجونى .

التوابع

الكوكب	التابع	البعد عن الكوكب ١٠٠٠ كم	زمن الدوران باليوم	القطر كم	اللمعان وقت الإستقبال	الإكتشاف
الأرض	القمر	٣٨٤,٤	٢٧,٣٢	٣٤٧٦	ـ١٢,٥	ـ ـ
المريخ	١ فوبوس	٩,٤	٠,٣٢	٢٢	١١,٥	١٨٧٧ هال
	٢ دايموس	٢٣,٥	١,٢٦	٨	١٢,٥	١٨٧٧ هال
المشترى	١ يو	٤٢١,٦	١,٧٧	٣٦٣٦	٥,٥	١٦١٠ جاليلى
	٢ أوربا	٦٧٠,٩	٣,٥٥	٣٠٦٦	٥,٧	١٦١٠ جاليلى
	٣ جانيميد	١٠٧٠	٧,١٥	٥٢١٦	٥,١	١٦١٠ جاليلى

* إنظر الإستدراك فى آخر الموسوعة

الكوكب	التابع	البعد عن الكوكب ١٠٠٠كم	زمن الدوران باليوم	القطر كم	اللمعان وقت الاستقبال	الاكتشاف
المشترى	٤ كاليستو	١٨٨٠	١٦,٦٩	٤٨٩٠	٦,٣	١٦١٠ جاليلى
	٥ أماليتيا	١٨١	٠,٤٩٨	٢٤٠	١٣	١٨٩٢ برنارد
	٦ هيماليا	١١٤٧٠	٢٥٠,٦٢	١٢٠	١٣,٧	١٩٠٤ برينى
	٧ إلارا	١١٧٤٠	٢٦٠,١	٤٠	١٦,٢	١٩٠٥ برينى
	٨ باسيفى	٢٣٣٠٠	٧٣٥	٤٠	١٦,٢	١٩٠٨ ميلووتى
	٩ سينوبى	٢٣٧٠٠	٧٥٨	٢٠	١٧,٧	١٩١٤ نيكلسون
	١٠ ليسيتيا	١١٧١٠	٢٦٠	٢٠	١٧,٩	١٩٣٨ نيكلسون
	١١ كارمى	٢٢٣٥٠	٦٩٢	٢٥	١٧,٥	١٩٣٨ نيكلسون
	١٢ أنانكى	٢٠٧٠٠	٦١٧	٢٠	١٨,١	١٩٥١ نيكلسون
	١٣ ليدا	١٢٤٠٠	٢٨٢	-	٢٠	١٩٧٤ كوال
	١٤	٣٠٧,٦	٠,٢٩	٣٥	-	١٩٧٩
	١٥	٥٣٦,١	٠,٢٦	٧٥	-	١٩٧٩
زحل	١ ميماس	١٨٥,٧	٠,٩٤	٥٢٠	١٢,١	١٧٨٩ هرشل
	٢ إنكلادوس	٢٣٨,٢	١,٣٧	٦٠٠	١١,٧	١٧٨٩ هرشل
	٣ تيثيز	٢٩٤,٨	١,٨٩	١٢٠٠	١٠,٦	١٦٨٤ كاسينى
	٤ ديونى	٣٧٧,٧	٢,٧٤	١٣٠٠	١٠,٧	١٦٨٤ كاسينى
	٥ رهيا	٥٢٧,٥	٤,٥٢	١٣٠٠	١٠	١٦٧٢ كاسينى
	٦ تيتان	١٢٢٢	١٥,٩٥	٤٩٥٠	٨,٣	١٦٥٥ هيجنز
	٧ هيبريون	١٤٨١	٢١,٢٨	٤٠٠	١٤	١٨٤٨ بوند
	٨ يابيتوس	٣٥٦٠	٧٩,٣٣	١٢٠٠	١١	١٦٧١ كاسينى
	٩ فوبى	١٢٩٣٠	٥٥٠,٤	٣٠٠	١٤,٥	١٨٩٨ بيكرينج
	١٠ يانوس	١٥٧	٠,٧٤٩	٣٥٠	١٤	١٩٦٦ دولفوس
	١١	١٥٢	٢٠٠			
	١٢	١٦٩,٢				
	١٣	١٥١,٣				
	١٤	١٤٠,٦				
	١٥	١٤١				
	١٦					
	١٧					
يورانوس	١ أمبرييل	١٩١,٨	٢,٥٢	٦٠٠	١٥,٥	١٨٥١ لاسل
	٢ أمبرييل	٢٦٧,٣	٤,١٤	٤٠٠	١٦	١٨٥١ لاسل
	٣ تيتانيا	٤٣٨,٧	٨,٧١	١٠٠٠	١٤	١٧٨٧ هرشل
	٤ أوبرون	٥٨٦,٦	١٣,٤٦	٨٠٠	١٤,٢	١٧٨٧ هرشل
	٥ ميراندا	١٣٠,١	١,٤١	-	١٧	١٩٤٨ كيبر
نبتون	١ ترتيون	٣٥٣,٦	٥,٨٨	٤٠٠٠	١٣,٦	١٨٤٦ لاسل
	٢ نربيدى	٥٥٧٠	٣٥٩,٤	٣٠٠	١٩,٥	١٩٤٩ كيبر
بلوتو		١٩,٧	٦,٣٨٧١			

تأثير العرض

latitude effect
effect de latitude *(sm)*
Breiteneffekt *(sm)*

← ظاهرة القطب .

التأجج

Flare

← الاضطرابات الشمسية .

تاريخ سماء النجوم الثابتة

Geschichte des Fixsternhimmels *(sf)*

← المصنفات النجومية .

تاريخ عيد الفصح

easterday
pâques *(sm)*
Osterdatum *(sm)*

على حسب ما تحدد فى مجلس نيس (٣٢٥) من قاعدة قابتة يحل عيد الفصح يوم الأحد الأول بعد البدر الأول فى الربيع . ونظرا لحركة القمر المعقدة فإن الحساب الدقيق لعيد الفصح ليس سهلا . ويستخدم حاليا لحساب تاريخ عيد الفصح فى التقويم الجريجوريانى ، القاعدة التى أوجدها س. ف. جاوس (١٧٧٧ ـ ١٨٥٥) والمعروفة باسم **قاعدة الفصح لجاوس** .

تاريخ الفلك

history of astronomy
histoire de l'astronomie *(sf)*
Geschichte der Astronomie *(sf)*

← علم الفلك .

التاريخ الجوليانى

Julian date
date julienne *(sf)*
Julianische Datum *(sn)*

تاريخ نحصى تبعا له الأيام تباعا إبتداء من يوم أول يناير عام ٤٧١٣ ق . م ← التقاويم .

التألق

twinkling, scintillation
scintillation *(sf)*
Szintillation *(sf)*

هو تألق النجوم ، ويتكون من تأرجحات سريعة

تاريخ أول أيام عيد الفصح
للفترة بين ١٩٦٠ ـ ٢٠٠٠

١٧ أبريل ١٩٦٠	٢٩ مارس ١٩٧٠	٦ أبريل ١٩٨٠	١٥ أبريل ١٩٩٠
٢ أبريل ١٩٦١	١١ أبريل ١٩٧١	١٩ أبريل ١٩٨١	٣١ مارس ١٩٩١
٢٢ أبريل ١٩٦٢	٢ أبريل ١٩٧٢	١١ أبريل ١٩٨٢	١٩ أبريل ١٩٩٢
١٤ أبريل ١٩٦٣	٢٢ أبريل ١٩٧٣	٣ أبريل ١٩٨٣	١١ أبريل ١٩٩٣
٢٩ مارس ١٩٦٤	١٤ أبريل ١٩٧٤	٢٢ أبريل ١٩٨٤	٣ أبريل ١٩٩٤
١٨ أبريل ١٩٦٥	٣٠ مارس ١٩٧٥	٧ أبريل ١٩٨٥	١٦ أبريل ١٩٩٥
١٠ أبريل ١٩٦٦	١٨ أبريل ١٩٧٦	٣٠ مارس ١٩٨٦	٧ أبريل ١٩٩٦
٢٦ مارس ١٩٦٧	١٠ أبريل ١٩٧٧	١٩ أبريل ١٩٨٧	٣٠ مارس ١٩٩٧
١٤ أبريل ١٩٦٨	٢٦ مارس ١٩٧٨	٣ أبريل ١٩٨٨	١٢ أبريل ١٩٩٨
٦ أبريل ١٩٦٩	١٥ أبريل ١٩٧٩	٢٦ مارس ١٩٨٩	٤ أبريل ١٩٩٩
			٢٣ أبريل ٢٠٠٠

وغير منتظمة فى كل من لمعان وإتجاه ضوء النجم. ويظهر تذبذب إتجاه ضوء النجم (**عدم استقرار الهواء**) خلال الأرصاد بالمنظار على هيئة رقص لصورة النجم هنا وهناك، الأمر الذى يؤدى إلى زيادة فى مساحة قرص النجم على اللوح الفوتوغراف. والتألق فى كل من الإتجاه والشدة ينتج عن ظواهر فى الغلاف الجوى الأرضى، تتحرك مع إضطرابات الهواء. وهذه عبارة عن عناصر إضطرابات تبلغ أقطارها فى المتوسط ١٠ سم ولها إختلافات بسيطة فى درجة الحرارة والكثافة عما حولها، تجعل معامل الإنكسار مختلفا فى هذه العناصر عما يجاورها من مناطق. وإذا ما وجدت هذه العناصر الإضطرابية فى مسار الإشعاع، فإن ضوء النجم يعانى من تغيير فى إتجاهه وشدة لمعانه. ويحدث التألق فى الإتجاه فى الغالب بفعل الطبقات الهوائية القريبة من الأرض (إرتفاعات أقل من ٢٥ م) بينما ينشأ التألق فى شدة الضوء ـ ويستعمل لها فقط إصطلاح تألق ـ أساسا فى الطبقات العليا (من ٨ إلى ١٢كم). ولعتمد شدة التألق على كل من الظروف الجوية والوقت من النهار؛ فهى تصل عند الظهر إلى أقصى قيمة لها. ا

وليس لأى من الشمس والقمر أو الكواكب أى تألق بالنسبة للعين المجردة، وذلك لأن تألقها قليل جدا، حيث أنها عبارة عن منابع ضوئية ذات إمتداد زاوى محسوس أما فى أثناء مشاهدة هذه الأجرام السماوية بالمنظار فيتضح التألق فى عدم حدة صورها. ويعمل التألق على وضع حد طبيعى لقوة تفريق المنظار وبسببه لا يمكننا على سبيل المثال رؤية أية تفاصيل منفصلة على سطح القمر. علاوة على ذلك فإن التألق يُفقد كل تكبير زائد للصورة معناه.

وفى حالة النجوم القريبة من الأفق يحدث التألق مع ألعاب ضوئية مسلية، **التألق**. وينتج التبديل فى اللون بفعل قوة تفريق غلاف الأرض الجوى لضوء النجم إلى طيف واضح الطول وبالتالى فإن كتلة هوائية لا تؤثر فى نفس الوقت على كل أجزاء الطيف. وعن تألق المنابع الراديوية ← التألق الراديوى.

التألق البين كوكبى

interplanetary scintillation
scintillation interplanétaire *(sf)*
interplanetarer Szintillation *(sf)*

← التألق الراديوى

التألق الراديوى

radio - scintillation
scintillation radioélectrique *(sf)*
Radioszintillation *(sf)*

تأرجح سريع غير منتظم فى شدة إشعاع المنابع الراديوية تسببه الإختلافات فى كثافة الإليكترونات فى المناطق التى يخترقها الشعاع الراديوى؛ ففى الطبقات ذات الكثافة الإليكترونية المتغيرة يتغير شكل جبهة الموجة بحيث يؤدى (كما فى ← التألق) إلى تأرجح فى كل من إتجاه وشدة الإشعاع. يحدث التألق الراديوى الأيونوسفيرى نتيجة لتغيير كثافة الإليكترونات فى طبقة الأيونوسفير وخصوصا فى طبقة F_2 على إرتفاع حوالى ٢٠٠كم من سطح الأرض. كما يحدث **التألق الراديوى البين كوكبى** بسبب تغيير كثافة الإليكترونات فى غاز ما بين الكواكب. ومثل التألق البصرى فإن التألق الراديوى يُشاهد فقط بالنسبة للأجسام ذات القطر الزاوى الصغير. ويتطلب الإحساس بالتألق الراديوى بين الكوكبى أن يكون الجسم أصغر من ١″.

التأين

ionisation
ionsiation *(sf)*
Ionisation *(Sf)*

هو تحول الذرات (والجزيئات) إلى جسيمات ذات شحنة، أى أيونات. وتُميز الأيونات بوضع علامة (+) زائد أو علامة (−) ناقص فوق الرمز الكيمائى للعنصر ناحية الخلف. ويكون عدد هذه العلامات مساويا لعدد الشحنات على الذره (أو الجزىء) سواء بتكرار العلامة أو بوضع عدد قبل

العلامة مساويا لتكرارها ، مثل Na^{+} ، Na^{2+} (أو Na^{++}) ، H^{-} ، Cl^{2-} (Cl^{--}) . ولتمييز الأيونات الموجبة نضع عددا روميا بعد الرمز الكيماوى للعنصر ، بحيث يعنى I ذرة متعادلة ، II ذرة متأينة مرة واحدة ، III التأين مرتين ... وهكذا (على سبيل المثال HI ، HII ، NaIII ، Ca IV) . وعلى ذلك فإن الرمزان a^{+} ، CaII لهما نفس الدلالة على الكالسيوم المتأين مرة واحدة .

تلعب الأيونات الموجبة فى الفلك دورا خاصا . وما يتم فى عملية التأين هو إفتراق إليكترون عن هاله الذره . والذره عبارة عن نواة ذات شحنة موجبة ، تكون الجزء الأساسى من كتلة الذرة ، ومن حولها الاليكترونات ، ذات الشحنة السالبة . وتتحرك الاليكترونات حول النواة (←── تركيب الذرة) . وفى الحالة العادية فإن الشحنتين السالبة والموجبة متكافئتان بحيث تظهر النواة بالنسبة لمن خارجها متعادلة .

وإذا ما أعطيت الذرة كمية كافية من الطاقة فإنه يمكن فصل إليكترون (أو أكثر) ويكون الباقى مشحونا بشحنة موجبة . ويحدث التأين فقط إذا بلغت الطاقة المعطاة قيمة صغرى تسمى **طاقة التأين** . فإذا ما زادت الطاقة الداخلة إلى الذرة عن هذا القدر يأخذ الإليكترون المنفصل فرق الطاقة على هيئة طاقة حركة . ويحدث إعطاء الطاقة فى حالة **التأين الاصطدامى** عن طريق إصطدام الذرات بالإليكترونات أو بالذرات الأخرى . وفى حالة **التأين الضوئى** عن طريق إمتصاص كم ضوئى . ولما كانت طاقة الكم الضوئى تعتمد على طول الموجة ـ وبالتحديد تزداد بقصر طول الموجة ـ فإنه يمكن معرفة المواضع فى الطيف التى يمكن أن يحدث ضوء أقل منها فى طول موجته (أى أكثر منها فى طاقته) تأينا . وهذه الحدود فى طول الموجة تقدر على سبيل المثال بالنسبة للهليوم بحوالى ٥٠٢ أنجشتروم ، أى ما يعادل ٢٤٫٦ إليكترون فولت . وللهيدروجين نجد هذا الحد عند حوالى ٩١٢ أنجشتروم ، أى ١٣٫٦ إليكترون فولت .

يتهدم التأين عن طريق إقتناص الأيون لإليكترون طليق وتسمى هذه العملية **بالاتحاد أو إستئناف الإتحاد** . ويحدث معها إشعاع كم ضوئى تساوى طاقته طاقة التأين مضافا إليها طاقة الحركة التى كان عليها الاليكترون قبل الإتحاد . وفى الغالب يحدث الإتحاد مع الاليكترونات ذات طاقة الحركة البسيطة ، أى التى تتحرك ببطىء بالنسبة للأيونات .

تُعبر **درجة التأين** عن النسبة المئوية للذرات المتأينة . ولحساب ذلك أعطى الفيزيائى الفلكى الهندى «ساها» (١٨٩٣ ـ ١٩٥٦) معادلة ، تلعب دورا فاصلا فى الفيزياء الفلكية . وتقول معادلة ساها أن درجة التأين تزداد بزيادة درجة الحرارة ، ولكن بدرجة أقل كلما زاد عدد الاليكترونات فى وحدة الحجم (سم٣) ، إذ بذلك يكثر العرض على الإتحاد :

$$\frac{\text{عدد الجسيمات المتأينة}}{\text{عدد الجسيمات غير المتأينة}} = \frac{\text{دالة درجة الحرارة}}{\text{عدد الاليكترونات الحرة}}$$

وعن طريق معادلة «ساها» أصبح ممكنا فهم تتابع الأنواع الطيفية .

تنشأ الأيونات ذات الشحنة السالبة عندما تتراكم إليكترونات أخرى على الهالة الإليكترونية التامة للذرة المتعادلة (أو الأيون) . وفى الأبحاث الفلكية يلعب أيون الهيدروجين السالب H^{-} دوران كبيرا . يتكون هذه الأيون من بروتون كنواه ذرة وحوله فى هالة الإليكترونات إليكترونان . ويمكن أن ينفصل الإليكترون الزائد بإمتصاص إشعاع من النطاق المرئى للطيف . ولهذه الظاهرة أثر فعال بالنسبة للإمتصاص فى أجواء النجوم .

تايجيتا Taygeta

أحد نجوم حشد ←── الثريا .

تبادر الإعتدالين

precession
précession *(sf)*
Präzession *(sf)*

← السبق.

التتابع الرئيسى

main sequence
séquence principale *(sf)*
Hauptreihe *(sf)*

شريط ضيق فى ← شكل هرتز سبرنج ـ رسل، يحتوى معظم النجوم.

تتابع القطب (الشمالى)

north pole sequence
séquence du pole Nord *(sf)*
Nordpolarsequenz *(sf)*

تماما مثل التتابع القطبى. سلسلة من لمعان مقاسة بدقة لنجوم فى المنطقة القريبة من القطب الشمالى. ويستخدم التتابع القطبى كنظام عيارى للمعان فى الفوتومترى الفلكى، ويحتوى على قياسات أقدار فوتوغرافية (m_{ph}) وفوتوغرافية بصرية (m_{pv}) تمتدان من القدر الثانى حتى القدر العشرين. وبواسطة هذه المعايير يقارن لمعان النجوم غير المعروف. ولما كانت نجوم التتابع القطبى لها تقريبا نفس المسافة القطبية، لذلك فإنه يسهل نسبيا إستخراج قيمة الإستبعاد، الذى لابد من تداركه عند قياس اللمعان.

أعطت القياسات الحديثة إختلافات فى عمر التتابع القطبى، ولذلك فإن الفوتومترى الدقيق حاليا يعاير على مجموعات، أمكن بأقصى دقة قياس لمعانها بالطريقه الفوتو كهربية وموزعة فى كل أنحاء السماء.

التتبع

guiding
guidage *(sf)*
Nachführung *(sf)*

هى حركة ← المنظار مع الحركة اليوميه الظاهرية للجرم السماوى.

التثليث

triangulation
triangulation *(sf)*
Trigonalschein *(sm)*

أحد ← الأوضاع النسبيه للأرض والكواكب مع الشمس.

التجانس

homogenity
homogénéisation *(sf)*
Homogenität *(sf)*

← فرض التجانس، ← الكسمولوجى.

التجمع

association
association *(sf)*
Association *(sf)*

(١) ← نظرية التجمع.
(٢) ← التجمعات النجومية.

تجمع ـ T

T - association
association - T *(sf)*
T - Association *(sf)*

إحدى ← التجمعات النجومية

التجمعات النجومية

stellar association
association stellaire *(sf)*
Sternassociation *(sf)*

هى تجمعات محلية من النجوم المتشابهة مع بعضها فيزيائيا. وفى الحقل النجومى الذى يحتله تجمع نجومى توجد أيضا نجوم أخرى. وعلى ذلك فإن الكثافة الكلية الناتجة من التجمع والنجوم المحاليه معا أكبر، وإن كانت بقليل، عن الحقول النجومية المجاورة. وبذلك فإن التجمعات النجومية تمثل أقل الحشود النجومية كثافة. وهناك نوعان من التجمعات:

(١) تجمعات ـ O :

التى يتكون أساسا من نجوم النوع الطيفى () ونجوم النوع الطيفى BO

(٢) تجمعات ـ T :
وأغلب أعضائها أساسا من متغيرات T ـ الثور (RW العيّاز) .
تتراوح أقطار التجمعات النجومية بين ٣٠ ، ٢٠٠ بارسك أى أنها أكبر بكثير ن الحشود النجومية المفتوحة ذات الكثافة الأعلى . وبسبب كثافتها المنخفضة فإن التجمعات النجومية ليست ذات أشكال ثابتة . فتحت تأثير لإحتكاك من الدوران التفاوتى فى مجموعة سكة التبانة وكذلك قوى المد والجزر ، التى تتأثر بها التجمعات أثناء المرور القريب من الحشود النجومية أو السحب غير لنجمية ، فإن التجمعات النجومية تعانى من تفكك سريع فى خلال من ١٠ إلى ٢٠ مليون سنة . من هنا فإن التجمعات النجومية التى نشاهدها لا يمكن أن تكون أكبر سنا من بضع ملايين السنين . وهى تعد بذلك من أصغر الأشكال سنا فى مجموعة سكة التبانة . تنتمى التجمعات النجومية إلى الجمهرة الأولى . ولما كان من الواضح أن التجمعات النجومية لم تتكون بالتجمع التدريجى لنجوم ـ O أو نجوم ـT ـ الثور من النجوم المحالية ، لذلك لابد أن تكون هذه التجمعات قد نشأت كمجموعة فى نفس الوقت تقريبا . ويمكن لبعض التجمعات النجومية المتمددة أى من الحركات المرصودة لأعضائها ، وضع إفتراض يقضى بأن هذه الأعضاء من النجوم قد نشأت تقريبا فى نفس الوقت وفى منطقة ضيقة نسبيا . وهذا الإفتراض يُمكِّن من إستنتاج عمر التجمع . وتبعا « لبلاووف » ينتج على سبيل المثال لتجمع ـ O فى كوكبة برشاوش عمرا حوالى ١,٥ مليون سنة .
إكتشفت التجمعات النجومية خلال دراسة التوزيع الظاهرى لنجوم ـ O ، B وكذلك نجوم ـT ـ الثور . وفى هذا الشأن فإن التجمعات النجومية تظهر كزيادة فى كثافة النجوم عند أماكن محدودة على الكرة السماوية . وقد نتج من دراسة ظروف حركة النجوم كل على حده ، خصائص إضافية يمكن عن طريقها عمل إستنتاجات حول الإنتماء العضوى للمجموعات . يبلغ العدد المعروف من تجمعات ـ O حوالى ٧٠ والعدد الكلى لما يقدر وجوده فى مجموعة سكة التبانة يصل من حوالى ١٠٠ إلى ١٠٠٠٠ تجمع ، وجزء كبير نها تخفيه مادة ما بين النجوم عن الأرصاد . وكمثال لتجمع ـ O نذكر نجوم الحزام فى برج الجبار . ومن تجمعات ـ T فإننا نعرف أقل بكثير ذلك لأن اللمعان المطلق لأعضائها من النجوم صغر .

إكتشفت التجمعات النجومية كشكل قائم بذاته فى مجرة سكة التبانه بواسطة الفلكى السوفيتى « أامبارتسوميان » . ويمكن أيضا فى المجموعات النجومية الخارجية مشاهدة تجمعات ـ O ، مثلا فى سديم المرأة المسلسلة وفى سحب مجلان .

التجميع

accretion
accretion *(sf)*
Accretion *(sf)*

← نظرية التجميع .

التحبب (تحبب سطح الشمس)

granulation
granulation *(sf)*
Granulation *(sf)*

هو التركيب الحبيبى لسطح الشمس ، وتسمى الأشكال اللامعة فى هذا التركيب بالحبيبات ؛ ← الشمس .

تحت الأحمر

infrared
infrarouge
Infrarot, Ultrarot

هو حيز فى ← الطيف ناحية الموجات الأطول بعد الأحمر . والأشعة تحت الحمراء غير رئية وأطوال موجاتها تزيد عن ٨٠٠٠° أنجشتروم .

تحت العمالقة

subgiants
sous - géantes *(pf)*
Unterriesen *(pm)*

نجوم توجد فى ← شكل هرتزسبرنج ـ

رسل بين فرع العمالقة والتتابع الرئيسى ، وتنتمى تلك النجوم إلى القوة الإشعاعية IV .

تحت الأقزام

subdwarfs
sous - naines *(pf)*
Unterzwerge *(pm)*

نجوم موجودة فى ⟵ شكل هرتز سبرنج ـ رسل تحت التتابع الرئيسى ، وتنتمى إلى القوة الإشعاعية VI .

تحديد العمر

age determination
dedermination de l'âge *(sf)*
Altersbestimmung *(sf)*

توجد طرق كثيرة تختلف عن بعضها لتحديد أعمار الأجرام السماوية ونتائجها موثوق بها إلى حد ما . إن جميع هذه الطرق تتفق فى النتيجة الهامة وهى أنه حتى الآن ليس هناك جسم سماوى يزيد عمره عن ١٢ إلى ١٥ بليون سنة ، ولكنه توجد أعمار دنيا تختلف جزئيا عن بعضها وليس من الممكن مقارنتها مع بعضها .

(١) لتحديد عمر الأرض نستعين بالمواد المشعة الموجودة فى صخورها والتى تتحول فى زمن محدد إلى نواتج ثابتة . والزمن الذى يتحول فيه نصف المادة ـ زمن التحول النصفى ـ يمكن إيجاده بسهولة وبدقة . هذا الزمن لايعتمد على العوامل الطبيعية . ومن كمية المادة المشعة وكمية المادة الثابتة الناتجة وبواسطة زمن التحول النصفى يمكن تحديد عمر الصخر أو المعدن . تفترض هذه الطرقة أن الناتج نشأ فقط نتيجة لتحلل المادة المشعة ولم يكن موجودا منه أى جزء قبل ذلك ، وأن ناتج التحلل الإشعاعى كله موجود فى وقت تحديد العمر . وفى هذا الشأن نميز بين الطرق الآتية :

(أ) فى إحدى الطرق يستخدم اليورانيوم أو الثوريوم . ويتحول اليورانيوم (U) والثوريوم (Th بفعل إشعاعها لنواة ذرة الهليوم خلال سلسلة معينة إلى نواة ثابتة من الرصاص والهليوم . ويمكن بدقة حساب أنه من ١ جم يورانيوم ذو العدد الوزنى ٢٣٨ (U^{238}) وفى مدة ٤٫٥ × ١٠^٩ سنة تتحلل نصف عدد الذرات . بعد هذه الفترة الزمنية ، التى تمثل زمن نصف التحول ، يتبقى ٠٫٥ جم U^{238} ، ٠٫٤٣ جم رصاص ذو العدد الوزنى ٢٠٦ (Pb^{206}) ، ٠٫٠٧ جم هليوم . وبعد مرور ضعف هذا الزمن فإن فإن نصف اليورانيوم المتبقى يتحلل وهكذا . من ذلك نستنتج أنه يمكن بمعرفة محتوى النواتج من الرصاص والهليوم فى الصخور التى وجد بها U^{238} ، أو Th^{232} مشع ، كما يمكن إستنتاج الزمن الذى إنقضى منذ نشأة الصخر . وفى الطريقة المعروفة **بطريقة الرصاص** يقدر الباحث النسبة الوزنية من U^{238} أو Th^{232} إلى الرصاص أما فى الطريقة المعروفة **بطريقة الهليوم** فيقدر الباحث النسبة الوزنية لأى من Th^{232} أو U^{238} إلى الهليوم .

(ب) وتعتمد طريقة أخرى على فحص المواد المشعة التى تتحلل مباشرة إلى مواد ثانية مثل البوتاسيوم ٤٠ (K^{40} الذى يتحول مباشرة إلى نظير الكالسيوم Ca^{40}) أو إلى الأرجون (A^{40}) بحيث تبلغ قيمة الكالسيوم ٩٠٪ والأرجون ١٠٪ فقط . تطبق طريقة **البوتاسيوم ـ أرجون** للمعادن التى يزيد عمرها قليلا عن ١٠ ملايين سنة . أما طريقة **البوتاسيوم ـ كالسيوم** فتستعمل للمعادن التى يصل عمرها حوالى بليون سنة .

(ج) وفى طريقة ثالثة يستخدم تحلل الروبيديوم المشع Rb^{87} إلى النظير الثابت من الإسترانشيوم (Sr^{87} . وقد أعطت طريقة **الروبيديوم ـ إسترانشيوم** عمرا يقدر حوالى ٣ بلايين سنة .

وعلى العموم فإن أعمار الأرض التى حُصِل عليها من الطرق المختلفة تتراوح بين ٣٫٦ إلى ٤٫٦ بليون سنة .

(٢) تستخدم نفس الطرق أساسا لتحديد عمر النيازك ولكن طريقة الهليوم لا تعطى نتائج موثوق

بها ، حيث يمكن أن يتسبب تحول نوى ذرات أخرى تحت تأثير الأشعة الكونية إلى تغيير كمية الهليوم . وتبدو طريقة البوتاسيوم ـ آرجون أكثر ضمانا . وقد أعطت تلك الطريقة للنيازك الحجرية عمرا يتراوح بين واحد إلى ٤ بليون سنة وللنيازك الحديدية أعمار تصل إلى ٦ بليون سنة .

(٣) وبالنسبة لصخور القمر أمكن حديثا تطبيق الطرق المذكورة سابقا لتحديد الأعمار . وأعطت طريقة الروبيديوم ـ إسترانشيوم ٣ر٦ بليون سنة لصخور مغناطيسية من بحر الهدوء كما أعطت طريقة الرصاص نفس القيمة . وتطلبت بعض صخور القمر من نفس الأماكن أعمارا بين ١ر٦ إلى ٤ر٥ بليون سنة . والصخور التى فحصت من محيط العواصف بواسطة طريقة البوتاسيوم ـ آرجون بلغ عمرها ٢ر٠ إلى ٢ر٦ بليون سنة . من ذلك نرى أن الصخور القمرية فى الأماكن المختلفة قد تكونت فى أوقات مختلفة . ويوجد بالنسبة للصخور الأرضية وصخور القمر والنيازك حد أدنى للعمر هو الذى إنقضى منذ تصلب هذه الصخور . ويستنتج من الإختلافات الكبيرة فى تقدير عمر التراب القمرى بأنه نشأ فى الأصل وإنتقل إلى أماكن كانت مائعة فى أزمنة مختلفة تماما وإنتقل آخر مرة بواسطة الإنفجارات إلى الأماكن التى وجد بها . وأقل تقدير لعمر القمر هو ٤ر٥ بليون سنة .

(٤) ويتم تحديد عمر النوع الطيفى المتقدم مثل نجوم O ، B ، A على أســـــاس طاقة إشعاعها . فالطاقة التى يشعها نجم التتابع الرئيسى من شكل هرتز سبرنج ـ رسل تغطيها عملية تحول الهيدروجين إلى هـليوم (← إنتـاج طاقة النجوم) والطاقة المتحررة أثناء بناء جسم سماوى يمكن تحديدها نظريا . وبذلك يمكن أيضا حساب الفترة الزمنية القصوى التى يظل نجم ما له كتلة معينة بضىء فيها بدرجة ثابتة . وهذا هو عبارة عن الزمن الذى يتحول فيه كل الهيدروجين إلى هليوم ، وهو لنجوم ـ B عبارة عن ٢٢٠ مليون سنة ولنجوم ـ A بحد أقصى ٢ر٥ بليون سنة وذلك بإفتراض ثبات طاقة الإشعاع طوال الفترة الزمنية ومساوتها لما هى عليه الآن . يلاحظ أنه فى حين أن طاقة إشعاع تلك النجوم ثابتة فإنها مازالت تحتوى على جزء لايستهان به من الهيدروجين . وهذا يعنى أن عمرها بالتأكيد أصغر كثيرا من الفترة الزمنية القصوى التى تم تقديرها .

ونحصل على نتائج أكبر دقة من دراستنا ← لتطور النجوم . وفى هذا المجال فإننا نحدد الفترة الزمنية منذ بداية التفاعلات النووية أى منذ وجود النجم على التتابع الرئيسى حتى التطور الموجود عليه النجم حاليا . وبالخبرة المكتسبة نستطيع أن نقول بأنه من جهة فإن الفترة الزمنية بين بناء النجم من مادة ما بين النجوم ووصوله إلى التتابع الرئيسى صغيرة نسبيا بالقياس بفترة مكثه فى ذلك التتابع . ومن جهة أخرى فإن الفترة الأولى من حياة النجم ، أى قبل الوصول إلى التتابع الرئيسى ، من الصعب جدا حسابها . وحيث أن تطور النجم يعتمد بدرجة كبيرة على كتلته (← تطور النجوم) فإن للنجوم المتشابهة فى التركيب والمختلفة الكتلة أعمار مختلفة عن بعضها . هذا فى حين أن الإختلافات فى تركيب المادة تلعب دورا أقل أهمية . والفترة الزمنية المنقضية حتى يتحول كلية الهيدروجين ، الموجود فى المنطقة المركزية ، لنجم كتلته ٥ مرات قدر كتلة الشمس إلى هليوم تقدر بحوالى ٥٦ مليون سنة . وتستغرق تلك الفترة الزمنية لنجم كتلته ١ر٣ مرة قدر كتلة الشمس ٥ر٦ بليون سنة كى يصل إلى نفس الحالة من التطور . ويمكن كذلك حساب عمر نجوم هالة مجرتنا مستنيرين بتطور تلك النجوم . وعليه فلابد أن تبلغ أعمارها من ١٠٠ إلى ١٢ بليون سنة . وهذا عبارة أيضا عن العمر التقديرى لمجرتنا ، إذ لا يمكن أن تكون المجرة أصغر من أحد مكوناتها كما لايمكن أن تكون أكبر بكثير من أقدم النجوم فيها وهى نجوم جمهرة الهاله .

(٥) وبنفس الطريقة فإن عمر الحشود النجمية

يستنتج من مدى تطورها فى شكل هرتز سبرنج ـ رسل. فبعد أن تتكون النجوم من مادة بين النجوم وبعد أن يبدأ إنبعاث الطاقة من التفاعلات النووية تكون النجوم قد بلغت مكانها على التتابع الرئيسى فى شكل هرتز سبرنج ـ رسل والتى تقضى عليه أطول فترات عمرها. وتأخذ النجوم ذوات الكتل الكبيرة أعلى لمعان وأعلى درجات حرارة عند سطحها أى أنها توجد فى التتابع الرئيسى عند الركن الأعلى ناحية اليسار فى نطاق نجوم النوع الطيفى المتقدم O، B، بينما توجد النجوم صغيرة الكتلة فى منطقة نجوم النوع الطيفى K، M. وبعد أن يحترق الهيدروجين بدرجة كبيرة فى داخل النجم فى أثناء عملية إنتاج الطاقة، بحيث تتكون نواة خالية من الهيدروجين تماماً، يحدث تغيير فى حالة التركيب الطبيعى للنجم تؤدى إلى تجول النجم ناحية منطقة العمالقة الحمر فى شكل هرتز سبرنج ـ رسل (تطور النجوم). ولما كانت سرعة هذا التطور تعتمد على كتلة النجم فإن النجوم ذوات السطوح الأسخن تترك التتابع الرئيسى مبكراً. وبمرور الوقت تتجول كذلك تباعاً النجوم الأبرد فالأكثر برودة. ويمكن حساب الفترة الزمنية المنقضية منذ نشأة النجم حتى يترك التتابع الرئيسى. وعلى ذلك فإنه من الممكن حساب عمر الحشد النجمى، الذى نشأت نجومه فى نفس الوقت وذلك من تحديد النوع الطيفى للنجوم التى تركت التتابع الرئيسى بالكاد. ويمكن تحديد النوع الطيفى لتلك النجوم برسم شكل بين دلون واللمعان. وقد أدرجت الأعمار التى حُصل عليها لبعض ← الحشود المفتوجة (أنظر الشكل فى ← الحشود المفتوحة)، وتقدر أعمار الحشود المختلفة بهذه الطريقة بين ٢ إلى ٣ مليون سنة و ٥ إلى ٦ بليون سنة وإتضح من ذلك أيضاً أن نجوم الجمهرة الأولى تنتمى إلى نجوم الحشود المفتوحة مثل النجوم ذوات النوع الطيفى المتقدم ولكنها عموماً أصغر بكثير من نجوم الجمهرة الثانية مثل نجوم الحشود الكروية التى تعطى أعمار تبلغ ١٠ إلى ١٢ بليون سنة.

ويمكن الحصول على أعمار لمعظم الحشود النجمية بطريقة أسهل وذلك بمعونة دورات نجوم دلتا قيفاوى الموجودة بها. فمن نظرية تطور النجوم توجد علاقة بين عمر ودورة نجوم دلتا قيفاوى. فإذا ما حددنا دورة نجم من هذه النجوم بواسطة الأرصاد فإننا نحصل على عمره وبالتالى عمر الحشد الذى ينتمى إليه النجم.

(٦) وهناك إمكانية أخرى لتحديد أعمار الحشود النجمية من دراسة الحركة فى داخل حشد منها. ويتحدد التطور فى هذا المجال من خلال عاملين يؤديان إلى تغيير فى طاقة حركة الحشد الداخلية، أى مجموع طاقات الحركة الناتجة من تحرك النجوم حول مركز الثقل فى ذلك الحشد. ويمكن أن تزداد طاقة الحركة الداخلية للحشد نتيجة لمرور نجم خارجى قريباً منه، أو ما هو أكثر تأثيراً، مرور سحابة غازية أمامه. تؤدى هذه الزيادة إلى كبر نصف قطر الحشد وصغر الكثافة. وبكثرة تكرار هذه العملية يتشتت الحشد كله. ويمكن أن تنقص طاقة الحركة الداخلية للحشد نتيجة مرور نجوم أمام أخرى فى نفس الحشد فتكتسب طاقة حركة أعلى من متوسط طاقة الحركة فى الحشد ويمكنها ذلك من ترك الحشد مستمدة طاقتها الحركية منه. وبهذا يقل نصف قطر الحشد وتزداد كثافته وكذلك تزداد إحتمالات مرور نجم أمام آخر. بهذه الطريقة يتداخل الحشد تدريجياً فى بعضه إلى أن يبقى النهاية نجم متعدد أو مزدوج. وهذا النوع من إنحلال الحشد يحدث فقط فى الحشود النجومية التى كان لها عند تكوينها نصف قطر صغير نسبياً حوالى ٢ بارسك. والإنحلال نتيجة قوى خارجية يكون فى غاية التأثير للحشود الواسعة ذات الكثافات الصغيرة. ومن الكثافة الحالية للحشد يمكننا حساب الزمن الذى تناثرت بعده نجوم الحشد فى داخل المجال النجمى العام. وبالنسبة لحشد ذو كثافة أولية تقدر بكتلة شمس واحدة فى البارسك المكعب نحصل على عمر حوالى ٢٠٠ مليون سنة. وهذا العمر القصير نسبياً يوضح لنا ندرة الحشود المفتوحة التى يزيد عمرها عن بليون سنة؛ ومن الممكن أن تكون الحشود الكروية

نتيجة لكثافتها العالية ذات عمر أطول بكثير : وحشد كروى نشأ مع سكة التبانة مؤكد أنه لم يتبعثر حتى الآن .

(٧) إذا فسرنا زحزحة خطوط طيف المجرات الخارجية ناحية الأحمر على أنها راجعة لظاهرة دوبلر فإن هذه المجرات تبعد عن مجرتنا (← ظاهرة هبل) . ومن نتائج الأرصاد يتضح أن سرعة الابتعاد تزداد بزيادة البعد عنا . وفى حدود دقة هذه الأرصاد يتضح لنا أن هذه السرعة ثابتة مع الزمن . وبهذا يمكن حساب اللحظة التى بدأ عندها التمدد . وينتج من ذلك فيما تراوح بين ١٠ ، ٢٠ بليون سنة نتيجة عدم دقة الأرصاد . يعرف هذا الزمن «بعمر الكون» . ونفهم تحت عمر الكون أنه بفرض التمدد المنتظم فإن الكون بدأ يشابه حالته الحالية بعد هذا الزمن . ويمكن الحصول على معلوماتنا عن حالة الكون قبل ذلك تحت فروض كثيرة لم يمكن التأكد من صحتها بالمشاهدة (← الكسمولوجى) . وتطابق عمر الكون مع أعمار أقدم الأجسام فيه شىء لا يجب إغفاله .

تحديد ألوان النجوم

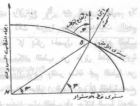
colorimetry
coloromitrie *(sf)*
Farbmessung *(sf)*, **Kolorimetrie** *(sf)*

← ألوان النجوم .

التحديد الجغراف للمكان

geographic place determination
détermination de place geographique *(sf)*
geographishe Ortsbestimmung *(sf)*

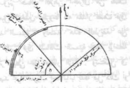
هو عبارة عن تحديد الإحداثيات الكروية لمكان ما على سطح الأرض ، أى تحديد خط طوله وعرضه . يرتكز تحديد قيم خطوط الطول والعرض على قياسات فلكية ، وبواسطتها فقط وليس بواسطة القياسات المساحية الصرفة نستطيع تحديد أماكن كل من القطب وخط الإستواء الجغرافيين ، وهما الأساس فى الإحداثيات الجغرافية الطبيعية . وبمعرفة إحداثيات مجموعة من النقط على سطح الأرض يمكن تحديد



(١) العرض الجغرافى φ والعرض المركزى φ_1 لمكان رصد B حيث M مركز الأرض .

إحداثيات مواقع أخرى فى نفس هذا النظام . ويتطلب ذلك فقط قياس فرق إحداثيات الموقع المراد عن المكان المعروف إحداثياته . وإجراء هذا العمل من إختصاص المساحة .

(١) تعيين العرض الجغراف : إن خط عرض مكان مشاهدة ما هو عبارة عن الزاوية بين إتجاه قوة التثاقل عند المكان ومستوى خط الاستواء ، (← الإحداثيات) . وتختلف هذه الزاوية عن العرض المركزى الأرضى ، أى الزاوية بين مستوى خط الإستواء والخط الواصل بين المكان ومركز الأرض . والعرض الجغراف هو عبارة أيضا عن إرتفاع القطب عند مكان الراصد أى عبارة عن البعد الزاوى للقطب عن الأفق . من ذلك تنتج إمكانيات تحديد بسيطة . وحيث أن مسافة نجم القطب تظل ثابتة ، فإننا نحصل على إرتفاع القطب h كمتوسط حسابى من الإرتفاع h_2 لنجم حسان عند عبوره



(٢) تعين الإرتفاع h للقطب من إرتفاعى نجم حسان ، h_1 أثناء عبوره السفلى ، h_2 أثناء عبوره العلوى حيث $h = \frac{1}{2} \cdot (h_1 + h_2)$

العلوى والإرتفاع h_1 عند العبور السفلى. ولا يتطلب ذلك ضرورة معرفة إحداثيات النجم الحسان. كما يمكن الحصول على إرتفاع القطب بتحديد مكان القطب عن طريق تحديد الزاوية السمتية والإرتفاع. وتقدر مسافة نجم القطبية عن قطب السماء بحوالى ١ فقط، أى أن القطبية تصنع دائرة صغيرة حول القطب فى حركتها اليومية. وعلى ذلك فإن إرتفاع نجم القطبية يعطى قيمة تقريبية جيدة لإرتفاع القطب وبالتالى للعرض الجغرافى المكان. ويلزم تصحيح هذه القيمة المقربة إذا أردنا التحديد الدقيق للمكان. وعناصر التصحيح التى تعتمد على المسافة السمتية والزاوية الساعية للقطبية وقت الرصد مدونة بالكتب والحوليات الفلكية.

إن العرض الجغرافى يساوى أيضا ميل سمت الرأس. ولو عرفنا ميل نجم ما أى المسافة الزاوية بينه وبين الإستواء السماوى وقمنا بقياس بعده السمتى أثناء عبوره لخط الزوال فإن مجمو ميل النجم وبعده السمتى أثناء العبور العلوى، أو ما يكمل هذا المجموع إلى ١٨٠ أثناء العبور السفلى هو عبارة عن ميل السمت، أى العرض الجغرافى للمكان، الأمر الذى يتضح بحل المثلث الفلكى. وهذا يتطلب معرفة الزمن النجمى وقت الرصد. ويتم الحصول على أدق القيم بإستخدام مناظير الزوال، التى يقاس بها ميل سمت الرأس عن طريق رصد نجمين لهما نفس المسافة السمتية تقريبا. ويتم حساب العرض الجغرافى من نصف مجموع ميل النجمين مطروحا منه مقدار نصف فرق المسافات السمتية. وتعتمد هذه الطريقة على إمكانية قياس فرق المسافات السمتية بدقة بواسطة ميكروميتر خيطى على منظار الزوال. وتستعمل فى هذا الرصد نجوما معروف إحداثياتها بدقة قبل ذلك أو فى الغالب النجوم الأساسية. وفى كل القياسات الدقيقة للمواقع لابد من تدارك المؤثرات التى تعمل على تغيير المكان الحقيقى للنجم.

(٢) تعيين الطول الجغرافى: الطول الجغرافى لمكان ما هو عبارة عن الزاوية بين خط زوال المكان وبين دائرة كبرى تمر بالقطب وتتخذ كأساس لتحديد خطوط الطول. وكل النقط على الأرض، والتى لها نفس الطول الجغرافى تقع على نفس الدائرة الكبرى ولها بذلك نفس الوقت المحلى. بهذا يمكن تحديد فروق الطول عن طريق الفروق فى الأزمنة المحلية. وفارق طول مقداره ١٥° يقابله ساعة فى فرق الزمن، حيث أن الأرض تُنهى دورة كاملة أى ٣٦٠° فى ٢٤ ساعة بالنسبة لنقطة ثابتة فى الفضاء، أو نجم ثابت أو الشمس المتوسطة. يمكن إجراء المقارنة الزمنية بواسطة ساعة دقيقة، كرونومتر، يوضع فى مكان ما ونحدد الزمن المحلى، على سبيل المثال زمن عبور الشمس لخط الزوال. وبنقل الكرونومتر إلى مكان آخر نحدد هناك أيضا زمن عبور الشمس لخط الزوال فى المكان الجديد. وفرق الزمن يناظر الفرق فى الطول الجغرافى. وبدون نقل الكرونومتر يمكن إجراء نفس العمل إذا تم رصد الوقت المحلى لحدث معين فى المكانين. وقد إستعمل فى ذلك قديما خسوف القمر، وإختفاء النجوم خلف القمر وأيضا ظاهرة البرق وفى التحديدات الحديثة والدقيقة لخطوط الطول تستعمل الإشارات الراديوية، التى تزيد جدا من الدقة.

إن دقة تعين الأماكن بواسطة الارصاد الفلكية جيدة وعن طريقها يمكن تعين العرض الجغرافى لمكان ما بدقة تصل إلى ± ٠٫٠٢″ وهو ما يقابل ± ٦٠ سم وكذلك تعيين الطول الجغرافى إلى ± ٠٫٠٠٨ ث، وهو ما يقابل + ٢ م.

التحرر

libration
libration *(sf)*
Libration *(sf)*

هو دوران بسيط يحدث فى قرص القمر بالنسبة لوضعه المتوسط، ويتسبب فى رؤيتنا لأكثر من نصف

سطحه . ويظهر التحرر كما لو كان عدم إنتظام في سير القمر في مداره (← حركة القمر) .

والتحرر مكون من ثلاثة أجزاء :

(١) التحرر في الطول :

وينشأ نتيجة لعدم إنتظام حركة القمر في مداره ، حيث يسرع عند مروره بالحضيض ، أى أقرب نقطة من الأرض ، عنه عند الأوج ، أبعد نقطة عن الأرض ، وتتغير السرعة الزاوية بما يناظر ذلك . ولما كان الدوران دائما منتظم السرعة فإن السرعة الزاوية ، الناتجة من السير في المدار ومن الدوران ، ليست دائما متساوية ، ففى الحضيض تتغلب الحركة المدارية أما في الأوج فيتغلب الدوران . ويبدو لذلك قرص القمر وقد دار في الطول بزاوية تبلغ في ذروتها ٧٫٩° ونرى بسبب ذلك قليلا فوق مجال الرؤية المتوسطة ناحية الشرق والغرب .

(٢) التحرر في العرض

وينشأ لأن محور دوران القمر ليس عموديا تماما على مستوى المدار ، وإلا كان قطب القمر بالضبط على حافة القرص المرئى . ويتسبب هذا في رؤيتنا لأجزاء زائده مرة عند القطب الشمالى ومره عند القطب الجنوبى .

(٣) التحرر اليومى أو تحرر إختلاف المنظر

وينشأ من زوايا الرؤية المختلفة التى يرى بها القمر من أماكن مختلفة على سطح الأرض (أى بسبب إختلاف المنظر الكبير للقمر) . وتتغير زاوية الرؤية أثناء اليوم لمشاهد في نفس مكان الرصد ، حيث يقربه دوران الأرض السريع إلى القمر .

ومجموع التحررات تتسبب في رؤيتنا لحوالى ٥٩٪ من مساحة القمر السطحية .

التحليل

dispersion
dispersion *(sf)*
Dispersion *(sf)*

(١) ظهور ضوء الموجات المختلفة بصور مختلفة الإنكسار .

(٢) مقياس لدرجة تفريق الموجات المختلفة بواسطة ← منظار .

التحليل الطيفى

Spectroanalysis
analyse spectrale *(sf)*
Spektralanalyse *(sf)*

هو تحديد التركيب الكيماوى الغير معروف لمادة ما بواسطة ← طيف ما ينبعث منها أو ما يمر فيها من ضوء . وهذا ممكن من ناحية المبدأ ، إذ أنه لذرات عنصر ما فإن إشعاع وإمتصاص خطوط طيفية محدده تمثل إحدى خصائص هذه الذرات . ويحتل التحليل الطيفى لما يأتى من ضوء الأجرام السماوية منزلة كبيرة في الفيزياء الفلكية ، كما أن تحليل طيف النجوم هو إحدى المهام الخاصة لنظرية ← الغلاف الجوى النجمى .

يتم **التحليل الطيفى الكيفى** أولا عن طريق التعرف على الخطوط الطيفية . لهذا الغرض يتم مقارنة أطوال الموجات بالأطياف الأرضية المعروفة أو بالحسابات النظرية للتركيب الذرى المعروف ومن هنا تحديد للعنصر المتسبب في نشأة الخط الطيفى . وفى الغالب فإننا نريد إستنتاج شيوع العناصر المختلفة . **والتحليل الطيفى الكمى** أصعب كثيرا ، حيث أنه يتطلب دراسات عن الطيف المستمر وشدة الخطوط وأشكالها .

تكمن الصعوبة الأساسية لكل تحليل طيفى في أن ظهور وشدة الخط الطيفى لا تعتمدان فقط على شيوع العنصر المقصود ، وإنما بالإضافة إلى ذلك على الحالة الفيزيائية للمادة المشعة أو المتسببه في الإمتصاص ، أى على كل من درجة حرارتها وضغطها . وعلى سبيل المثال فإننا نرى من بين الخطوط التى تمتصها ذرات الهيدروجين تلك الخطوط التى تنتمى إلى سلسلة بالمر في النطاق البصرى الذى يمكننا مشاهدته . وهذه الخطوط تمتصها فقط ذرات الهيدروجين التى يكون فيها الإليكترون مثارا على المستوى الثانى من الطاقة . وتلك الإثارة توجد في جزء قليل فقط من ذرات هيدروجين ما بين النجوم ، لأن درجة الحرارة في هذه

الأماكن منخفضة لدرجة تبق على معظم ذرات الهيدروجين فى حالة الخمود (الإستقرار) . أى لا توجد ذرات كافية تمتص خطوط بالمر . على الرغم من كثرة شيوع الهيدروجين عن العناصر الأخرى . من هنا لا تظهر أى خطوط إمتصاص للهيدروجين البين نجمى المتعادل . علاوة على ذلك فإننا نشاهد فى الغالب الخطوط فقط من مستوى أو مستويين للتأين فى عنصر ما . ولتحديد الشيوع الكلى لابد من حساب درجة التأين . أى توزيع الذرات على مراتب التأين . وتعتمد شدة ←—— الإثارة و ←—— التأين على درجة الحرارة والكثافة . ومن جهة أخرى فإنه يمكن فقط حساب الحالة الفيزيائية إذا عرفنا التركيب الكيماوى . من هنا يبدو واضحا أن التحليل الطيفى للأجسام السماوية مهمة معقده جدا .

التداخل (الحيود)

interference
interférence *(sf)*
Beugung *(sf)*, **Interferenz** *(sf)*

هو إختلاف إتجاه موجات الضوء عن الإتجاه الخطى عندما تقابلها عوائق . فإذا ما تقابل الضوء مع شرخ فإننا نجد خلفه ضوء كذلك ولو أن من المفروض وجود ظل فى هذا المكان بفرض حركة الضوء خطيه تماما . ومجموعة من الشروخ الضيقة تمثل ما يسمى **بمحزوز التداخل** الذى يستخدم فى المطياف لإنتاج الطيف . ومثل هذا الجهاز يستغل تداخل الضوء عند هذه الحزوز . ويحد التداخل على حواف عدسات التجمع أو العدسات الأخرى من قدرة تحليل ←—— المنظار . فتبعا للطريق الهندسى للشعاع كان من المفروض أن تتجمع الأشعة المتوازية فى نقطة واحدة من عدسة خالية العيوب . لكن نتيجة لحافة العدسة فإن نقطة تجمع الضوء تنقلب إلى قرص تداخل يظهر فيه حلقات فاتحة وقاتمة متتابعة

تراب ما بين الكواكب

interplanetary grains
grains interplanétaires *(pm)*
interplanetarer Staub *(sm)*

←—— غبار ما بين الكواكب . ←—— مادة ما بين الكواكب .

تراب ما بين النجوم

interstellar grains
grains interstellaires *(pm)*
interstellarer Staub *(sm)*

←—— غبار ما بين النجوم . ←—— مادة ما بين النجوم .

تراجعى الحركة

retrograde
rétrograde
rücklaufig

←—— يمينى الحركة الحركة .

ترانس بلوتو

trans - plutonian planet
planète trans - plutonienne *(sf)*
Transpluto *(sm)*

كوكب مزعوم لم يكتشف هو ←—— ما وراء بلوتو .

التربيع

quadrature, half moon quarter
quadrature *(sf)*, **quartier** *(sm)* **demi lune** *(sf)*
Dichotomie *(sf)*, **Halbmond** *(sm)*,
Geviertschein *(sm)*

←—— أوجه القمر . ←—— الأوضاع النسبيه للأرض والشمس والكواكب . ولا يحدث التربيع بالنسبة للزهرة فى وقت توقعه أى عندما تعمل الزهره مع الشمس زاوية قائمة عند الأرض . بل مبكرا عن ذلك وبالتحديد عندما تكون الزهرة كنجم مسائى يبدأ فى الإنخفاض ثم بعد ذلك كنجم صباحى آخذ فى الإرتفاع . ويرجع السبب فى ذلك إلى أنه بجوار الحد الضوئى فإن ضوء الشمس يسقط بزاوية منخفضة جدا على سطح الكوكب وبذلك تظهر هذه المناطق قاتمة لدرجة أنها لا ترى بالعين .

الترس

Scutum, Sct *(L)*
scutum
écu de sobiesky *(sm)*
Schild *(sm)*, **Sobieskischer Schild** *(sm)*

كوكبة صغيره عند خط الإستواء وترى فى ليالى الصيف . وخلال الكوكبه تمر سكة التبانه ، التى ترى

كسحابة لامعه من النجوم ، سحابة الترس . وفى كوكبه الترس التى تسمى أيضا بالدرع يوجد عديد من الحشود النجمية

تركيب

mounting
monture *(sf)*
Montierung *(sf)*, **Aufstellung** *(sf)*

هى عملية إقامة أو تشييد ←——— منظار .

تركيب الأجهزه

mounting of the instruments
monture des instruments *(sf)*
Montierung der Instrumente *(sf)*

والمناظير (←——— المنظار) و ←——— أجهزة القياس الزاويه .

التركيب الأنجليزى

english mounting
monture anglaise *(sf)*
englische Montierung *(sf)*

نوع من تركيب المناظير (←——— المنظار) .

التركيب الداخلى للنجوم (تركيب النجوم)

stellar structure
structure des étoiles *(sf)*
Sternaufbau *(sm)*

النجوم عباره عن كرات غازية تمسك بالكتله الكبيرة من المادة المندمجة فيها وذلك بفعل قبضة جاذبيتها الذاتية كما أنها تشع كميات هائلة من الطاقة فى الفضاء . وفى نجم ما فإننا نميز بين منطقتين أساسيتين : الطبقة الخارجية المرئية وما تحتها من داخل النجم . وتبعث الطبقة الخارجية فقط من النجم . **الغلاف النجمى** ، مباشرة فى الفضاء بالضوء الذى يمكن رصده ودراسته . من ذلك يمكن إستخلاص النتائج عن الخواص الفيزيائية والكيمائية للغلاف النجمى (←——— الغلاف النجمى) . وبالمقارنة بالنجم كله نجد أن الغلاف النجمى صغير جدا كما يوجد فيه أيضا جزء صغير من كتلة النجم الكلية . (يحتوى الغلاف الجوى للشمس حوالى جزء من عشرة بلايين جزء من كتلة الشمس فقط !) وبهذا فكل الكتلة تقريبا متجمعة فى داخل النجم . وهذا غير منفد فهو لا يدع أى شعاع يمر إلى الخارج . وهناك فقط أفكار نظرية عن بناء داخل النجوم . أى على وجه الخصوص عن كيفية توزيع درجة الحرارة والكثافة والتركيب الكيماوى من مركز النجم حتى سطحه . ويتم جمع هذه المعلومات فى النماذج النجومية ، التى تمثل مجموع معلوماتنا عن البناء الداخلى لنجوم محدده . ويمكن عن طريق المقارنة بالأرصاد إختبار مدى صحة هذه التأملات النظرية . وقد إتضح أن نتائج هذه المقارنة إيجابية . وفيما يلى نوجز الأفكار التى تستند عليها نظرية تركيب النجوم .

التعادل الميكانيكى : فى غالبية النجوم لم تتغير ←——— الأبعاد الطبيعية كثيرا منذ بداية قياسها . والفترة المنقضية عبارة عن وقت قصير بالنسبة لعمر نجم ما . ويتضح من الدراسات الجيولوجيه أن الشمس كانت تُشع بنفس القوة الإشعاعية تقريبا منذ حوالى بليون سنه ، فقد أُكتشفت أصداف ديدان كانت حية قبل بليون سنه ، والتى كان يمكن أن تعيش فقط فى درجات مشابهة لدرجات حرارة الأرض الآن . ودرجة حرارة الأرض تعتمد على الطاقة الإشعاعية القادمة من الشمس . وإذ ما كانت الأبعاد الطبيعيه لأى نجم ثابته لفترة طويلة فإن ذلك ينطبق أيضا بالنسبة لتركيبه الداخلى ، والذى تعتمد عليه أبعاد النجم . إن مثل هذا النجم لابد أن يكون فى جميع أجزاءه فى حالة تعادل وإلا عملت القوى الغير متعادلة على تغيير النجم بسرعة . (وبصرف النظر عن النجوم الناشئة حديثا وعن تلك التى توجد فى مناطق سريعة التغير فى مجرى تطورها . فى هذه النجوم يتغير التركيب بسرعة نسبيا ويحدث إختلاف عن التعادل الميكانيكى) .

يتطلب التعادل الميكانيكى أن تكون فى كل مكان من النجم كل القوى متعادلة . وللتبسيط فإننا نفترض أن النجم لا يدور وأنه لا يمتلك مجال مغناطيسى وليس له توابع . بعد ذلك تبقى قوى الضغط وجذب الكتلة . يحاول الضغط إبعاد غاز النجم عن بعضه ،

بينما تمنح الجاذبية الكتلة الموجودة فوق هذا الغاز وزنا يعمل ضد قوى الضغط أى يدفع بمادة النجم ناحية المركز. وعلى ذلك فإنه فى حالة التعادل لابد أن يكون الضغط فى كل مكان فى النجم بحيث يزن ما يعلوه من مادة. ولو أن الضغط تغلب فإن النجم يضطر إلى التمدد. إذا تغلبت الجاذبية فسيؤدى ذلك إلى إنكماش مادة النجم، وفى كلتا الحالتين فإن النجم يتغير بسرعة. والقوى التى درسناها هنا تؤثر إما تماما ناحية المركز أو مبتعدة عنه. يؤدى ذلك أن يصبح مثل هذا النجم كروى الشكل فى تركيبه.

يتكون الضغط المؤثر إلى الخارج من جزئين ؛ ضغط الغاز وضغط الإشعاع. ينشأ ضغط الغاز من الحركة الحرارية للجسيمات الغازية (نوى الذرات والإليكرونات)، التى تنتقل طاقة حركتها إلى الجسيمات المجاورة بالإصطدام. وبطريقة مشابهة يحدث ضغط الإشعاع أثناء «إصطدامات» الضوء ؛ فالكمات الضوئية المنفصلة لها طاقة حركة تنتقل أثناء الإمتصاص إلى الجسم الذى يمتصها. ومجموع طاقات الحركة المنقولة تؤثر كإضافة لضغط الغاز. وفى الغالب فإن ضغط الإشعاع أصغر بكثير من ضغط الغاز. فقط فى داخل النجوم كبيرة الكتلة يوجد إشعاع كبير، بحيث يضيف ضغط الإشعاع قيمة محسوسة إلى ضغط الغاز.

حالة مادة النجم : فى داخل النجوم توجد المادة فى صورة غازية وبعيدة عن التكثيف بدرجة تمكننا من إعتبارها غازا مثاليا. وهذا له ميزة كبيرة فى التفكير، إذ بذلك يمكن وصف السلوك الحرارى للمادة، أى العلاقة بين كل من درجة الحرارة والضغط والكثافة، بواسطة علاقات بسيطة جدا (معادلات الحالة). (بسبب هذا السلوك البسيط فإننا نعرف عن داخل النجوم أكثر مما نعرفه عن داخل الأرض المعقد فيزيائيا، والذى ليس بأى حال من الأحوال فى حالة غازية). مما ذكر حتى الآن يمكن على سبيل المثال تقدير الضغط فى مركز الشمس بحوالى ٦ بليون ضغط جوى ودرجة الحرارة هناك بحوالى ١٠ مليون درجة وتحت هذه الظروف فإن مادة النجم فى الحقيقة فى أشكال غازية ؛ كذلك لا يمكن تحت هذه الظروف حدوث إندماجات كيمائية. كما أن الذرات كلها متأينة، أى أن الذرات فقدت كل إليكروناتها، فكونت هذه غاز الاليكرونات.

وهناك ظروفا أعقد من ذلك تسود فى داخل الأقزام البيضاء وفى المناطق المركزية من بعض العمالقة. فهنا أيضا توجد المادة فى صورة غازية، إلا أنها كثيفة لدرجة لا يمكن معها إعتبار الاليكرونات غازا مثاليا، وإنما غازا حيويا (← معادلات الحالة). وإذا ما زادت برودة القزم الأبيض كثيرا، فإن مادة النجم تتجمد فى داخله.

ميزانية الطاقة : إن تيار الطاقة الكبير الذى يتم إشعاعه لفترة زمنية طويلة من سطح النجم لابد أن يغذيه مخزن طاقة هائل فى داخل النجم. وهذه المخازن من الطاقة هى عبارة عن فائض من كل من الطاقة النووية وطاقة الوضع (طاقة الجاذبية) والطاقة الحرارية.

وأهم هذه الأنواع من الطاقة هى الطاقة النووية. ويتم تجهيز هذه الطاقة للإشعاع عن طريق التفاعلات بين نوى الذرات، وهى العمليات التى تتكون بها نواة ثقيلة من نوى خفيفة. مثل هذه التفاعلات يمكن حدوثها فقط فى درجات حرارة بالغة الإرتفاع (على الأقل بضع ملايين الدرجات). فى هذه الحالة فقط فإن سرعة كل من شطرى التفاعل فى حركتهما الحرارية تكون كافية للتغلب على الطرد الكهربى التبادلى فيما بينهما ـ قوى الذرات موجب الشحنة ـ ويزداد الطرد الكهربى بزيادة الشحنة. وكلما إزدادت الشحنة كلما إزدادت السرعة ـ وبالتالى درجة الحرارة ـ اللازمة للتفاعل. إن السرعة المتوسطة لأغلب نوى الذرات فى المنطقة المركزية من النجم صغيرة بدرجة لاتكفى للتفاعل. ويتفاعل دائما القليل

جدا من نوى الذرات ، التى تعلو سرعتها صدفة عن السرعة المتوسطة . من هنا فإن التفاعلات وبالتالى إنتاج الطاقة يحدثان ببطئ وليس على شكل إنفجارى . وتحدث التفاعلات النووية المؤثرة فى أثناء ما يسمى «بإحتراق الهيدروجين» . الذى ينتج فى النهاية نواة هليوم من كل أربع نويات هيدروجين . وحسب درجة الحرارة فإن ذلك يحدث فى مجموعتين مختلفتين من التفاعلات : إما فى عملية بروتون ـ بروتون أو فى حلقة الكربون ـ نيتروجين ـ أكسجين . فى حالة درجة الحرارة المنخفضة فإن تفاعل البروتون ـ بروتون ينتج طاقة أكثر . وهذا التفاعل هو المسئول عن إنتاج الطاقة فى نجوم التتابع الرئيسى صغيرة الكتله (أقل من كتلة الشمس) ، والتى تقل درجة الحراره فى مركزها عن ١٥ مليون درجة . فى مقابل ذلك فإن حلقة الكربون ـ نيتروجين ـ أكسجين تغذى بالطاقة نجوم التتابع الرئيسى كبيرة الكتلة ، ذات درجات الحراره العالية عند مركزها . وتزداد كمية الطاقة المتحررة لكل ثانية ولكل جرام من المادة النجمية بشدة كبيرة مع زيادة درجة الحرارة . وفى حالة تفاعل البروتون ـ بروتون تزداد الطاقة مع الأس الخامس لدرجة الحرارة بينما فى حالة حلقة الكربون ـ نيتروجين ـ أكسجين فإنها تزداد مع الأس الخامس عشر . من هنا فإن إنتاج الطاقة يقتصر فقط على الأجزاء المجاورة مباشرة لمركز النجم ، والتى تكون فيها درجة الحرارة أعلى ما يمكن . فقط عندما ينفذ هناك كل الهيدروجين فإن إنتاج الطاقة يحدث فى قشرة حول الكره التى تم إحتراقها ، فيما يسمى بالمنبع القشرى . فى المناطق المركزية لكثير من العمالقة لا يوجد غير الهليوم . وهنا يحدث إنتاج الطاقة خلال ما يسمى «بإحتراق الهليوم» ، والذى ينشأ منه على مراحل كربون وأكسجين . تتطلب هذه التفاعلات درجات حراره حوالى ١٠٠ مليون درجة . ويتطلب إحتراق الكربون أو الأكسجين (تفاعلات بين نوى الكربون أو نوى الأكسجين) درجات حرارة أعلى من ذلك ويبدأ حدوث هذه العمليات فى النجوم التى تطورت إلى حد بعيد (قارن أيضا ← إنتاج الطاقة فى النجوم) .

تتحرر طاقة الجاذبية خلال إنكماش مادة النجم . ولهذه الطاقة دورا فى ميزنية النجم قبل مرحلة إحتراق الهيدروجين وفى المراحل البينيه فى التطور بين إنتهاء إحتراق وبدية الاحتراق التالى .

وعندما يبرد داخل النجم يقل المخزون من الطاقة الحرارية . حيث يتحول هذا المخزون إلى إشعاع ينبعث من سطح النجم . بهذه الطريقة تغطى الأقزام البيضاء . التى لها فقط قوة إشعاعية بسيطة . ما تفقده من طاقة لوقت طويل نسبيا . أى من الطاقة الحرارية . .

إنتقال الطاقة : تأخذ الطاقة التى تنتج بالقرب من مركز النجم طريقها إلى الخارج بفعل أى من الإشعاع أو الحمل أو التوصيل . وعلى أى حال فإنه تسرى طاقة من المناطق الساخنة إلى الباردة . أى فى النجم من الداخل إلى الخارج (بغض النظر عن بعض الحالات العرضيه) . ومركز النجم له أكبر درجة حرارة (غالبا عدة ملايين الدرجات) بينما سطح النجم له أقل درجة حرارة (بضع ١٠٠٠ إلى ١٠٠٠٠درجة) . .

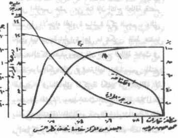
يتم إنتقال الطاقة بالإشعاع أو الانتقال الإشعاعى لأن المناطق الأسخن تبعث بإشعاع أكثر من المناطق الأبرد . فإذا ما تأملنا منطقتين متجاورتين فى النجم توجد إحداهما ناحية الخارج أى أنها أبرد من الأخرى ، لوجدنا إن كلا المنطقتين تتبادلان الطاقة . إلا أن المنطقة الأسخن (الداخلية) تبعث بإشعاع أكثر إلى المنطقة الأبرد (الخارجية) عن العكس . بذلك يبقى هناك فائضا من الطاقة الإشعاعية عند المناطق الأبرد المجاورة وبالتالى التى توجد إلى الخارج . وبالنسبة لنقص معين فى درجة الحرارة لكل سم فى المسافة فإن قيمة التيار الإشعاعى تعتمد على شفافية الماده . فكلمت كانت المادة أكثر شفافية . كلما إزدادت المسافة وبالتالى الإختلاف فى درجة الحرارة

بين نقطتين ينتقل بينهما الإشعاع . وبزيادة الإختلاف فى درجة الحرارة يزداد أيضا تيار الإشعاع الصافى من النقطة الساخنة إلى الباردة . وتؤدى عدم شفافية مادة النجم إلى امتصاص الإشعاع (من عمليات الإمتصاص المؤثرة الإنتقالات الإليكترونية من مستوى طاقة مقيد إلى آخر طليق والانتقالات من مستوى طاقة حر إلى آخر حر وكذلك التشتت على الإليكترونات الطليقة ، تركيب الذرة ، ←—— الطيف) . إن الكم الضوئى الذى ينتج خلال التفاعل النووى فى مركز النجم لا يمكنه أن ينفذ بدون إضطرابات من سطح النجم . ويتم إمتصاص ثانية بعد مسافة قصيرة ؛ على أن يتم إشعاع كم ضوئى آخر يتقدم إلى الامام بعض الشىء وهكذا . إن عدم شفافية مادة النجم الكبير ، بحيث أن الإشعاع يمكنه فقط السير بضع سنتيمترات ، حتى الإمتصاص التالى . وفى مثل هذه المسافة القصيرة فى داخل النجم تنخفض درجة الحرارة بحوالى ١٠٠٠ر٠ درجة .

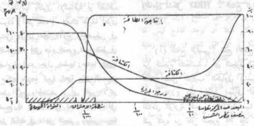
وخلال تيارات الحمل تعمل المادة ذاتها كناقلات للطاقات . فتطفو الكرات المادية الساخنة من أسفل إلى المناطق الباردة وتختلط بما يجاورها معطية إياها فائضها الحرارى ؛ فى حينتغوص مادة أبرد فتسخن فى المناطق السفلى . يحدث الحمل عند وجود إختلاف كبير فى درجة الحرارة داخل النجم . فى هذه الحالة تبقى الكرات المادية فى أثناء صعودها أسخن وأخف مما يحيط بها ، فتأخذ بذلك دائما قوة دافعة . وفى المناطق السفلى من داخل النجم ، والتى تكون فيها كثافة الكرات الغازية عالية ، يمكن أن تنتقل كل الطاقة بطريق الحمل . والحال غير ذلك فى المناطق الأقل كثيرا فى كثافتها بالقرب من سطح النجم . ففى هذه المناطق لابد أن يحدث إنتقال خلال الإشعاع بعد قصور الحمل . ومن الأهمية بمكان بالنسبة لتطور النجوم أن تكون منطقة تيارات الحمل ممزوجة جيدا خلال التيارات المادية الإضطرابية .

يمكن أن يحدث إنتقال الطاقة أيضا بواسطة التوصل الحرارى . وفى ذلك تنتقل طاقة من الذرات الأسرع (من المناطق الأسخن) إلى الذرات الأبطىء (فى المناطق الأبرد) وذلك خلال الإصطدامات . ولا يلعب هذا التوصيل الحرارى أى دور فى النجومالعادية بالمقارنة بكل من الإشعاع والحمل . وكفاءة التوصيل الحرارى للنجوم ليست عالية بدرجة كافية ، إلا أن الظروف تتغير تماما بعد حيود غاز الإليكترونات فى داخل النجم . فبعد ذلك يصبح غاز الإليكترونات موصل حرارى جيد ، حيث يصبح الإنتقال الإشعاعى جزءا صغيرا يمكن تجاهله بجانب التوصيل الحرارى . ويمكن أن يكون التوصيل الحرارى جيدا حتى أن إختلافا بسيطا فى درجة الحرارة يكفى لإنتقال كل الطاقة . وتسود عموما فى الأجزاء المختلفة من النجم أنواع مختلفة من إنتقال الطاقة فعلى سبيل المثال يمكن أن يكون هناك توصيل حرارى فى المناطق المركزية ثم يتبع ذلك منطقة بينية يسود فيها الإنتقال الإشعاعى وأخيرا تيارات حمل فى المناطق الخارجية .

حساب النماذج النجومية : يمكن وضع ما وصفنا من عمليات فيزيائية فى معادلات وعلاقات رياضية . فإذا ما أردنا الحصول على معلومات عن تركيب داخل النجم ، فإنه يلزمنا حل هذه المعادلات لكل



(١) توزيع كلا من درجة الحرارة والكثافة فى الشمس مع الكتلة النسبية داخل كرة نصف قطرها ر ، وكذلك النسبة المئوية لإنتاج الطاقة التى يشعها النجم بعد تحررها داخل نفس نصف القطر.



(٢) توزيع كلا من درجة الحرارة والكثافة والكتلة ، M_r وإنتاج الطاقة (الأحداثى الأيمن) داخل نجم عملاق كتلته ٣ر١ مثل كتلة الشمس (إنموذج المنبع القشرى) . وتدل M_r على نسبة كتلة المادة داخل نصف القطر r إلى الكتلة الكلية M للنجم بينما E_r هو الجزء من الطاقة التى يشعها النجم بعد تولدها داخل نصف القطر .

نقطة النجم من مركزه إلى سطحه . ولابد فى ذلك من أن يحقق الحل شروطا إضافية : فى مركز النجم تقريبا لا يجب أن تكون كثافة المادة صفرا أو غير نهائية وكذلك عند سطح النجم لابد أن تتصل بالحل قيم الغلاف الجوى النجمى بصورة ملساء . ومن دراسة المعادلات يتضح أن حلها ـ وبالتالى التركيب الداخلى للنجم ـ يمكن معرفته إذا علمنا كل من كتلة النجم وتركيبه الكيماوى . ولما كانت أبعاد النجم المرصودة تعتمد أيضا على تركيبه الداخلى فإنها أيضا تعتمد بالتالى على كتلة النجم والتركيب الكيماوى لمادته . ويتطلب البحث عن مثل هذا الحل كثيرا من الحسابات المنفصلة . وتستعمل فى هذا الشأن الحاسبات الإليكترونية . ويجرى البحث عن الحل بالنسبة لنقطة زمنية محددة فى تطور النجم ، أى بالنسبة لكتلة وتركيب كيماوى محددين لمادة النجم (وعند الضرورة أيضا بالنسبة لتوزيع سابق ما فى درجة الحرارة والكثافة) . تسمى نتائج مثل هذه الحسابات بنموذج النجم عند النقطة الزمنية المحددة . وبالنسبة لوقت لاحق فإننا نحتاج معلومات أخرى ، وعلى سبيل المثال تركيب كيماوى آخر ينتج منه بالحساب نموذج نجمى آخر . وقبل وجود الحاسبات السريعة أمكن حساب النماذج النجومية فقط بالنسبة للظروف الفيزيائية المبسطة جدا . وأفترض على سبيل المثال أن إنتاج الطاقة فى نجوم التتابع الرئيسى يحدث فقط فى المركز تماما ، وما ينتج عن ذلك من نتائج يعرف بنموذج «المنبع النقطى» : وهناك تبسيطا أقوى (إفتراضات عن الإمتصاص وإنتاج الطاقة) أدت إلى «النموذج القياسى» .

إختبار النظرية :

إن كل ما نعرفه عن داخل النجوم حصلنا عليه من التفكير النظرى والحسابات . من هنا يلزم البحث عن مقارنة غير مباشرة بالأرصاد حتى نختبر بها النظرية . (يجب على سبيل المثال إختبار ما إذا كانت هناك عمليات فيزيائية هامة تم إغفالها أو ما إذا كنا قد إستعملنا قيما صحيحة للتفاعلات النووية وأشياء أخرى) . ترتكز أهم طرق الإختبار على أن كل حساب لنموذج نجمى ينتج عنه قيما نظرية لأبعاد سطح

النجم (التى يمكن رصدها) ، من قوة إشعاعية ، ونصف قطر ، ودرجة حرارة فعاله . هذه القيم النظرية يمكن مقارنتها بالقوى الإشعاعية أو أنصاف الأقطار المرصوده (أنظر بعده) . وهناك طريقة أخرى للإختبار تستغل دوران خط الأوج والحضيض فى المزدوجات النجومية . فمثل هذه النجوم تدور فقط فى مدارات بيضاوية ثابته حول بعضها عندما تكون الكتلة فيها مركزه بدرجة كبيرة ناحية مركز النجم ، وإلا فإن خط الأوج والحضيض ، أى المحور الأكبر للمدار ، يصبح له دوران بطئ تعتمد سرعته على التوزيع الدقيق للكتله في داخل النجم . وقياس سرعة الدوران يعطينا صورة عن توزيع الكتلة فى النجم نستطيع عن طريقها إختبار التوزيع المحسوب للكتلة . ونستطيع بطريقة حديثة جدا إلقاء نظرة على المنطقة المركزية للشمس . وتعتمد هذه الطريقة على إستقبال بعض النيوترينوز الناتجة هناك من التفاعلات النووية (← إنتاج طاقة النجوم) ودراستها بالنسبة لشيوعها وطاقتها . (والنيوترينوز لها مقطع فعال صغير للغاية بحيث يمكنها أن تنفذ خلال كل الشمس بدون عائق وتصل إلى الأرض) . من ذلك نحصل على مفاتيح التفاعلات النووية التى تنتج بها النيوترينوز فى داخل الشمس وبالتالى لما يسود هناك من ظروف الضغط ودرجة الحرارة . وبصورة مختصرة يمكن القول بأن كل هذه المقارنات لم تعطى أية تناقضات بين الأرصاد ونظرية تركيب النجوم .

النماذج النجومية فى شكل هرتز سبرنج- رسل (HRD) : كما نوهنا فإن حساب نموذج نجمى يعطى أيضا قيما بالنسبة لقوة الإشعاع L ونصف القطر R ودرجة الحرارة الفعالة T_e للنجم قيد الفحص . وحتى يمكننا المقارنة بطريقة واضحة فإننا نرسم القيم المحسوبة L ، T_e فى HRD ، على أن نمثل كل نموذج بنقطه . (فى كل الأبحاث النظرية يتم إتخاذ درجة الحرارة كإحداثى أفقى فى HRD بدلا من النوع الطيفى على أن تزداد هذه إلى اليسار) . وتعطى النماذج المتعاقبة زمنيا لنجم ما طريق تطور كامل (← تطور النجوم) . ونصف هنا فقط إثنين من الأشكال الناتجة من حساب النماذج والهامين لشكل HRD ، التتابع الرئيسى وخط- هاياشى .

(أ) التتابع الرئيسى : تنتج النماذج البسيطة جدا من النجوم المتجانسة ، أى النجوم التى لها فى كل مكان نفس التركيب الكيماوى (نسبة الهيدروجين ٦٠ - ٧٠٪) ومن بداية إحتراق الهيدروجين في المناطق المركزية للنجم . فإذا ما حسبنا هذه النماذج لقيم كثيره من كتل النجوم M فإن كل من القوة الإشعاعية L ونصف القطر R للنموذج يتغيران بطريقة مميزة مع تغيير الكتلة ، علاقة نظرية بين الكتلة وقوة الإشعاع وكذلك علاقة نظرية بين الكتلة ونصف القطر . فى هذا الشأن تتناسب L مع $M^{3.5}$ و R مع $M^{0.6}$. وهاتان العلاقتان تتفقان جيدا مع نتائج الأرصاد من علاقة R مع M و L مع M . ولما كان كل من L ، R ، Te يرتبط بطريقة بسيطة (L تزداد مثل R^2 ومثل T_e^4 ← درجة الحرارة) ، فإنه ينتج من العلاقات المذكورة أيضا علاقة بسيطة بين البعدين L ، Te فى HRD كل النماذج مختلفة الكتلة فى HRD تقع على خط بسيط يمتد عبر التتابع الرئيسى المرصود . ومن البديهى أن نجوم التتابع الرئيسى المرصودة تتمثل جيدا عن طريق هذا النموذج المتجانس ذو الإحتراق الهيدروجينى المركزى .

(ب) خط هاياشى : من درسات النماذج النجومية ينتج أنه ليس من الممكن حساب نماذج معقولة لأى تركيبة اختيارية من L ، T_e - أى لأى نقطة إختيارية فى HRD - ، بحيث يسود تعادل ميكانيكى . (ومعقول معناها هنا : أن القيم المركزية معقوله فيزيائيا فمثلا الكثافة فى المركز غير صفرية وتتصل القيم من الخارج بطريقة ملساء مع قيم الغلاف النجمى) . مثل هذه النماذج كلا توجد فى HRD فقط فوق أو إلى اليسار من خط فاصل

يسمى تبعا لمكتشفه باسم «خط ـ هاياشي». وعلى خط هاياشي نفسه توجد النماذج، التى تسود فيها تيارات الحمل من المركز حتى السطح. وإلى اليمين من هذا الخط يمكن فقط أن توجد نماذج ليس لها تعادل ميكانيكى، أى التى تتغير فى فترات زمنية قصيرة (على سبيل المثال أياما إلى شهور). وفى الحقيقة فإنه لم يتم رصد أى نجم موجود بالتأكيد إلى اليمين من خط هاياشي. يمر هذا الخط فى HRD تقريبا (وليس تماما) عموديا بين درجة حرارة فعالة من حوالى ٣٠٠٠ إلى ٥٠٠٠ درجة. ويتزاح وضعه المضبوط بعض الشئ ناحية اليسار بزيادة كتلة النجم. ويعتمد أيضا على سبيل المثال على التركيب الكماوى للطبقات الخارجية.

بعض النماذج النجومية: يمكن توضيح التركيب الداخلى للنجوم أى مسار كل من درجة الحرارة والضغط والكثافة فى نجم ما بواسطة الرسم.

نجوم التتابع الرئيسى المتجانسة: إن مسار الكثافة ودرجة الحرارة .. إلخ متماثل لكل هذه النماذج النجومية، وإن كان هناك تغييرات مميزة بالنسبة للكتل المختلفة. ففى النجوم كبيرة الكتلة (أكبر من كتلة الشمس) يتم إنتاج الطاقة أساسا بواسطة حلقة الكربون ـ نيتروجين. وبسبب الإعتماد الكبير على درجة الحرارة فإن منابع الطاقة تتركز بشدة ناحية المركز، الشئ الذى يؤدى إلى تيارات طاقة عالية فى مناطق صغيرة حول المركز بحيث يسود فى المنطقة المركزية تيارات الحمل. وتحتوى مناطق تيارات الحمل هذه من ١٠ إلى ٢٠٪ من كتلة النجم أما ناحية الخارج، حتى سطح النجم. وفى النجوم ذات الكتل الكبيرة، يكون إنتقال الطاقة عن طريق الإشعاع. وكلما إزدادت كتلة النجم كلما إرتفعت درجة حرارته المركزية. وعلى النقيض من ذلك فإن الكثافة تقل فى المركز مع زيادة كتلة النجم. فى نجوم التتابع الرئيسى صغيرة الكتلة (أقل من كتلة الشمس)، والتى لها درجة حرارة مركزية منخفضة نسبيا، يغلب إنتاج الطاقة عن طريق تفاعل البروتون ـ بروتون، الذى تعتمد إنتاجيته على درجة الحرارة بدرجة أقل من حلقة الكربون ـ نيتروجين. ومن هنا فإن منابع الطاقة ليست مركزه بدرجة كبيرة ناحية المركز مثل النجوم ذات الكتل الكبيرة. وفى المنطقة المركزية من نجوم التتابع الرئيسى صغيرة الكتلة يكفى الإنتقال الإشعاعى. وعلى النقيض من ذلك فإن للنجوم صغيرة الكتلة نطاق خارجى تسوده تيارات الحمل ويزداد عمقه إلى الداخل كلما نقصت كتلة النجم. وبنقص كتلة النجم تزداد دائما الطبقات الخارجية بروده (ويتواجد النجم إلى اليمين من HRD) وتدخل عمليات إمتصاص أكثر فاعلية تعمل على فرملة الإشعاع.

ويختلف الحال عن ذلك تماما فى نماذج التركيب الداخلى للنجوم غير المتجانسة. ومما يثير الإهتمام تلك النجوم، التى لم يعد يوجد بها هيدروجين فى منطقة مركزها، وإنما هليوم فقط ويوجد الهيدروجين فقط فى الطبقات الخارجية. تمثل هذه النجوم مراحل متأخرة فى حالة تطور النجوم التى كانت أصلا متجانسة. كل هذه النماذج لها أنصاف أقطار كبيرة، وهى تمثل بذلك العمالقة من النجوم. فى شكل ٢ يوجد بالإضافة إلى مسار كل من درجة الحرارة والكثافة أيضا النسبة المئوية لما ينبعث من النجم من طاقة E_r، والتى تنشأ فى كره نصف قطرها r، وكذلك النسبة المئوية M_r للكتلة الموجودة فى نفس الكرة. تبلغ كتلة هذا النجم العملاق ١٫٣ قدر كتلة الشمس، وهو يمثل بذلك تقريبا العمالقة الحمراء من النجوم فى الحشود الكروية الأصلية. يتضح من الشكل أن النجم له نواه متساوية فى درجة حرارتها، أى منطقة مركزية لها نفس درجة الحرارة. وهذه النواة تحتوى على هليوم فقط، ففيه درجة الحرارة أعلى بكثير عن نجوم التتابع الرئيسى ذات نفس الكتلة، إلا أنها ليست عالية بدرجة تكفى لاحتراق

الهليوم ، وبالتالى لا يحدث هناك إنتاج طاقة . تحتوى النواة ، التى يبلغ إمتدادها ٠٫٠١ من كل النجم ، حوالى ٢٥ من كتلة النجم الكلية . وبذلك فإن الكثافة عالية جدا وتكاد تبلغ مليون جم / سم^{٣} فى المركز . فى هذه الكثافة يكون غاز الاليكترونات حيوديا . ويتصل بالنواة ناحية الخارج قشرة لا يزال يوجد بها هيدروجين . وفى قشرة كروية حول هذه المنطقة يوجد احتراق الهيدروجين الذى ينتج قوة النجم الإشعاعية . ومايتحرر من هذا المنبع الإشعاعى يتم إنتقاله أولا بالإشعاع إلى الأجزاء الخارجية ثم بالحمل .

وعن أنواع أخرى من النماذج النجومية وخصوصا عن تغييرها الزمنى ← تطور النجوم .

إستقرار النجوم : يتم حساب النماذج النجومية تحت إفتراض ظروف تعادل معينة . ويبقى السؤال عن سلوك هذا التعادل فى حالة وجود إضطراب صغير . ومثل هذا الإضطراب موجود بالتأكيد فى النجم الحقيقى . فعلى سبيل المثال يمكن بطريق الصدفة فى أى مكان فى منطقة تيارات حمل وجود كرات غازية كبيرة وساخنة ، تنطلق بسرعة كبيرة على وجه الخصوص إلى الخارج ؛ ويمكن أن يؤدى هذه إلى ترنحات فى درجة الحرارة أو تفجير موجات ضغط ، كما يمكن أيضا حدوث تمدد أو إنكماش فى بعض المناطق . ويسمى النجم مستقرا عندما ينفعل بأى إضطراب بحيث يعمل على إزالته ويعود النجم إلى حالة التعادل . أما النجم غير المستقر فعلى العكس من ذلك يبتعد دائما بأى إضطراب ولو صغير عن حالة التعادل ، أى أن أى إضطراب مبدئى صغير يزداد كبرا مع الزمن . وتقتضى أبحاث الإستقرار طرقا نظرية معقدة ، وفيما يلى نورد بعض النتائج الهامة .

إن نجوم التتابع الرئيسى التى تزيد كتلتها عن ٦٠ مره قدر كتلة الشمس غير مستقرة . فى المنطقة المركزية من هذه النجوم يوجد إشعاع كبير لدرجة أن ضغط الإشعاع يكون جزء أساسيا من ضغط الغاز . وأى إضطراب صغير مثل تغيير صغير فى نصف القطر ينمو بمرور الزمن إلى تأرجحات أكبر إلى أن يطرد النجم فى النهاية كتلا من على سطحه . ومن الأهمية بمكان معرفة كيفية إنفعال النجوم بالتأرجحات الصغيرة فى إنتاج الطاقة عند المناطق المركزية ، فكثيرا ما يعترى التفاعلات النووية التى تحدث هناك ترنحات صدفية . وقد إتضح أن النجوم مستقرة ضد هذا التأثير . وذلك إذا حدثت التفاعلات فى غاز مثالى (← معادلات الحالة) ؛ فإذا ما حدثت زيادة صغيرة فى إنتاج الطاقة ، يتمدد الغاز بعض الشئ فيبرد قليلا وتنخفض بذلك عدد التفاعلات إلى القيمة العادية . بهذا الشكل فإن معظم النجوم مستقرة بالنسبة لإنتاج الطاقة وكذلك إيضا ، ومن حسن الحظ ، الشمس . وخلافا لذلك فإن النجوم تكون غيرمستقرة بالنسبة لإنتاج الطاقة إذا حدثت التفاعلات فى مادة حيودية ؛ فى هذه الحالة لا تضيع الطاقة الزائدة خلال الشغل المبذول أثناء التمدد وإنما تتحول بدرجة أكثر إلى طاقة حرارية ، أى أن المنطقة تزداد سخونة ، الشئ الذى يعمل على زيادة الطاقة النووية ، والتى تتحول بدورها إلى طاقة حرارية وهكذا . يؤدى ذلك إلى ما يسمى بالفلاش الذى ينتج معه طاقة عالية جدا فى زمن قصير جدا .

يتضح من نماذج النجوم النابضة على غرار نجوم ← دلتا قيفاوى أن هذه النجوم غير مستقرة بالنسبة للتغيرات البسيطة فى نصف القطر . وينكمش النجم ويتمدد أى أنه يتذبذب حول وضع تعادل . فى كل من هذه التذبذبات يؤخذ بعض من الطاقة التى تصل إلى السطح وتتحول إلى طاقة ذبذبية . ومن هنا فإن الذبذبات تزداد فى قَدْرها مع الزمن إلى درجة كبيرة . وعدم الإستقرار هذا يظهر فقط عندما تكون درجة الحرارة الفعالة فى نطاق ضيق حول ٦٠٠٠ درجة .

وهناك أيضا سلسلة من عدم الإستقرار التى لا

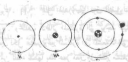
نعرف عنها حتى الآن أى شئ . وحديثا تم بدون سابق توقع إكتشاف عدم إستقرار المنبع القشرى . ويحدث هذا عندما يكون للمنبع القشرى إمتداد بسيط . وفى تأثيره فإن عدم الإستقرار هذا شبيه جدا بالفلاش الذى ذكر سابقا ، فهو يؤدى إلى إرتفاع محلى فى درجة الحرارة وزيادة فى إنتاج الطاقة . ومن المثير أن عدم الإستقرار هذا يتكرر دوريا تقريبا وبدورات طولها من ١٠٠ إلى ١٠٠٠ سنة ، أى فى وقت قصير بالنسبة لعمر النجم . تسمى هذه الظاهرة بالنبض الحرارى . ولا يزال البحث جاريا عن عدم إستقرار يدفع النجم فيه بكتل كبيرة ، كما هو الحال بالنسبة للنجم المركزى فى سديم كوكبى .

النجوم غير الكروية : تصبح نظرية التركيب الداخلى للنجوم معقدة جدا عندما نفحص نجوما تخضع لقوى تعمل على تشكيلها . يمكن أن تكون هذه قوى طرد فى حالة النجوم الدواره ، أو قوى مد وجزر فى حالة المزدوجات أو قوى مغناطيسية . وهذه القوى ليست متجهة من المركز أو إليه ومن هنا فإنها تعمل على الإختلاف عن الشكل الكروى . إن النظرية المضبوطة لهذه النجوم ترتبط بصعوبات كثيرة ، لدرجة أننا لم نحصل حتى الآن منها على نتائج ملموسة ، تقارن مع نتائج النجوم الأخرى . ولأغراض كثيرة توجد نظريات مبسطة . لا تزال تفترض الشكل الكروى ونحصل منها على نتائج مفيدة مثلا للنجوم بطيئة الدوران . التى تكون فيها قوى الطرد أقل من قوى الجاذبية . أو لتطور المزدوجات المتلاصقة (← تطور النجوم) . التى يكون فيها تأثير تبادل الكتلة أكبر بكثير من قوى المد والجزر . ويختلف الحال عن ذلك فى النجوم سريعة الدوران عندما يمكن مقارنة قوة الطرد مع قوة الجاذبية . ومن المحتمل أن يكون ذلك مهما فى المراحل المتأخرة من التطور . عندما تكون المناطق المركزية قد إنكمشت لدرجة كبيرة . وحيث أن دفع الدوران (← الدفع) لابد أن يبقى غير متغير . أى بالنسبة لجسيم مادى على بعد r من محور الدوران وله سرعة دوران ω فإن حاصل الضرب ωr^2 لابد أن يبقى بدون تغيير . ويحدث مع كل تصغير فى المسافة r زيادة فى سرعة الدوران الزاوية ω . وفى حالة الدوران السريع لا تحدث فقط فلطحة فى النجم . وإنما تحدث فيه أيضا تيارات كبيرة (الدوران الهاجرى) تسير فى مستويات تمر بمحور الدوران . أى تحتوى على «خط زوال» . وحتى بالنسبة للشمس بطيئة الدوران جدا . والتى يمكن حساب تركيبها جيدا بدون إعتبار لقوى الطرد المركزية ، فإن هذه التيارات تظهر فى مناطق تيارات حمل الهيدورجين . ولابد من أخذها فى الإعتبار عندما نريد تعليل التفاصيل مثل الدوران التفاوتى للشمس .

تركيب الذره

atomic structure
structure des atomes *(sf)*
Atombau *(sm)*

تطلق كلمة ذره على أصغر جزء من عنصر كيماوى والذى لا يمكن تقسيمه إلى أكثر من ذلك بالطرق الكيماوية . وتتركب الذره من مكونات أوليه أصغر هى البروتونات والنيوترونات والاليكترونات . يبلغ قطر الذره بضع $١٠^{-٨}$ سم . وتتكون كل ذره من نواه مشحونة بشحنة كهربية موجبه وحولها هالة مكونة من إليكترونات عليها شحنة سالبه . وفى الحالات العادية تتعادل الشحنة الموجبه مع السالبة . تتركز كتلة الذره فى النواة ذات الشحنة الموجبه . ومن المعروف أن النماذج الأولية لوصف الذره غير كافية ، إلا أنها تعطى بعض القواعد بصورة واضحة مثل النماذج التى تستخدم لتعليل الخطوط الطيفية . ومن هنا فقد



رسم تخطيطى لتركيب الذره فى حالة كل من الهيدروجين H ، والهليوم He والليثوم Li حيث يرمز ⊖ إلى الاليكترون و ⊕ إلى البروتون و O إلى النيوترون .

اتخذت هذه النماذج أساسا للتطور اللاحق . وأدت زيادة معلوماتنا عن تركيب الذره إلى حلول لكثير من المسائل الفلكية .

(١) تتكون نواة الذره من نويات هى بمثابة أحجار البناء فيها . ويتجمع فى النواة عدد z من **البروتونات** وعدد N من **النيوترونات** . أما نواة الهيدورجين فتتكون من بروتون بمفرده . تقدر كتلة البروتون بحوالى ١٫٦٧ × ١٠$^{-٢٤}$جم ، وقطره من المرتبه ١٠$^{-١٣}$سم . ونوى الذرات الأخرى ليست أكبر من ذلك بكثير ، أى أنها بلا إستثناء أقل كثيرا من حجم الذره . يحمل كل بروتون شحنة كهربية موجبه تساوى شحنة الإليكترون فى المقدار وتختلف مع شحنته فى الإشارة . أما النيوترونات فهى على العكس من ذلك متعادلة كهربائيا . z هى الشحنة النووية (العدد النووى) وتحدد إنتماء نواة إلى عنصر كيماوى ما . وعلى سبيل المثال فإن $z = ١$ للهيدروجين (H) ، $z = ٢$ للهليوم (H_e) وهكذا . كما أنها تحدد مكان العنصر فى الجدول الدورى للعناصر . ووزن النواة أو عددها الوزنى A هو فى نفس الوقت مجموع عدد النيوترونات والبروتونات اى أن $A = z + N$. ومن الممكن أن يكون للنواة ذات عدد معين من البروتونات أعداد مختلفة من النيوترونات ولهذا يمكن أن يكون لكل عنصر ذرات مختلفة فى الوزن أى **نظائر** . ويميز النظير بكتابه العدد الوزنى قبل رمزه الكيماوى وإلى أعلى بينما يوضع العدد النووى قبل رمز العنصر وإلى أسفل ، أى أن $^{1}_{1}H$ يمثل الهيدروجين ، $^{2}_{1}H$ يمثل الهيدورجين الثقيل ، الديتوريوم ، $^{3}_{1}H$ يمثل الهيدروجين فوق الثقيل ، التريتريوم . وتختلف النظائر المستقرة التى يوجد فيها عدد معين لكل عنصر وغير المستقرة أى المشعة ، التى تتحول من تلقاء نفسها بعد عمر معين إلى نظير مستقر كنفس العنصر أو عن طريق سلسلة جديدة ــ إلى نظير عنصر آخر . وحسب النموذج القشرى لنواة الذره يمكن تصور لبنات النواة ، البروتونات والنيوترونات كما لو كانت موجودة فى قشرات . وعندما تمتلئ قشرة ما ، وهو ما يحدث بالنسبة للأعداد السِحْرِية $N = ٥٠$ ، ٨٢ ، فإن النواة تكون مستقرة بصفة خاصة ضد دخول نيوترونات أخرى . ولا توجد نواة ذره غير متغيره بصورة مطلقة ، بل إن هناك تفاعلات طبيعية وصناعية كثيرة تتحول بمقتضاها نواة ذره إلى نواة ذرة أخرى (**التحول النووى**) . وبهذا فمن الممكن على سبيل المثال بناء نوى ثقيلة من أخرى خفيفة عن طريق إضافة نيوترونات أخرى إليها . وكذلك يمكن تحويل نواة ثقيلة إلى أخرى خفيفة عن طريق الإنشطار النووى . **والاندماج النووى** ، أى إندماج نوى خفيفة لتعطى أخرى ثقيلة هو المهم فى الفيزياء الفلكية . بهذه الطريقة يتحول الهيدروجين إلى هليوم بحيث تتكون نواة هليوم من كل أربعة من نوى الهيدروجين . وتمثل تلك الأندماجات النووية المصدر الرئيسى فى ←—— إنتاج طاقة النجوم ، فذرة الهليوم أخف بكثير من أربع ذرات هيدروجين . وفرق الكتلة m هذا يتحول أثناء الاندماج إلى طاقة E حسب العلاقة $E = m \cdot c^2$ ، (c = سرعة الضوء) ، المأخوذة عن النظرية النسبية . وفرق الطاقة يتناسب مع طاقة الربط المختلفة فى النواة .

وعن نشأة شيوع النوى المختلفة إنظر ←—— نشأة العناصر ، ←—— شيوع العناصر .

(٢) تحيط بالنواة **هالة الإليكترونات** التى تحتوى فى الحالة العادية عددا من الاليكترونات مساو لعدد البروتونات فى النواة . فى هذه الحالة تصبح الذرة متعادلة كهربائيا بالنسبة لمن خارجها . وكتلة الإليكترون تبلغ $\frac{١}{١٨٣٦}$ من كتلة البروتون ولكن له نفس الحجم وعليه شحنة معاكسة للبروتون . وهالة الاليكترونات هى محل الصفات الكيماوية والضوئية للذره . وتبعا لانموذج مبسط للذره ــ ولكنه غير دقيق حسب معلوماتنا الحالية ــ فإن الإليكترونات توجد كذلك فى قشرات حول النواة وتدور حولها كما تدور الكواكب حول الشمس . ويمكن أن يتواجد

الإليكترون فى حالات طاقة مختلفة ومميزه للعنصر الذى يحتويه . أى أنه يمكنه الحركة فقط فى مدارات لها أقطار معينة . وتسمى الحالة ذات أصغر قدر من الطاقة بحالة الخمود أو مستوى الخمود . وتسمى الحالات ذوات الطاقات الأعلى بالمستويات أو الحالات المثاره . يمكن أن يرتفع الاليكترون من مستوى أدنى إلى مستوى أعلى فى الطاقة . وتسمى هذه العملية ⟵ **بالإثارة** . ولابد لذلك من أن يحصل الإليكترون على فرق الطاقة بين المستويين . من الممكن أن يتم هذا نتيجة للإصطدامات أو بإمتصاص الضوء . فإذا كانت ΔE هى فرق الطاقة فإن الذبذبة ν للضوء الممتص تعطيها العلاقة $\nu = \frac{\Delta E}{h}$. على أن h تدل على كم بلانك . وإذا إمتصت ذرات كثيرة من عنصر ما نفس الذبذبة فإنه ينشأ خط إمتصاص . وبعودة الإليكترون من تلقاء نفسه بعد فترة قصيرة إلى مستوى طاقة أقل يتم إشعاع فرق الطاقة . أى ينشأ خط إنبعاث طيفى . ويمكن أيضا حساب ذبذبة خط الانبعاث بالعلاقة $\nu = \frac{\Delta E}{h}$. وبطريقة عكسية يمكن الحكم على مستويات الطاقة فى الذرات من خلال أرصاد الخطوط الطيفية . ويوجد رسم توضيحى للإنتقالات الممكنة فى ذرة الهيدروجين تحت لفظ ⟵ الطيف .

لسيت جميع الانتقالات بين مستويات الطاقة الموجودة فى الذره مسموح بها . وإنما توجد قواعد للإختيار يمكن تبعا لها أن يكون الإنتقال من مستوى طاقة معين إلى آخر ممنوعا . فإذا ما كانت الإنتقالات من إحدى مستويات الطاقة غير العالية إلى مستوى الخمود ممنوعة فإن مستوى الطاقة هذا يسمى شبه مستقر وبنظرة ادق نجد أن الإنتقالات من مستويات الطاقة شبه المستقرة ليست مستحيلة ولكنها تحدث فقط بإحتمالات أصغر بكثير من الإنتقالات المسموحة . وبمعنى آخر فإن وقت الإنتظار الذى يقضيه إليكترون فى مستوى طاقة شبه مستقر قبل أن يتركه فى عملية إنبعاث ذاتية إلى مستوى الخمود ، طويل جدا نسبيا . وهذا الوقت الذى يسمى عمر المستوى فى المستويات العادية من الرتبة ١٠$^{-٨}$ث بينما يبلغ فى المستويات شبه المستقرة ١ث أو أكثر يمكن أن ينتقل خلالها الإليكترون بواسطة الإصطدام أو إمتصاص الضوء إلى مستوى طاقة آخر يسمح بالانتقال إلى مستوى الخمود . أما إذا حدث وكان عدد الصدمات والإمتصاصات فى الثانية الواحدة صغير جدا كما فى ⟵ مادة ما بين النجوم فإن الاليكترون يجتاز هذا الوقت الطويل وهو فى المستوى شبه المستقر وينتقل بعده إلى مستوى الخمود مشعا بذلك الخطوط الطيفية الممنوعة . وإذا ما إنتقل إليكترون إلى مستوى عال جدا من الطاقة فليس من الضرورى أن ينتقل مباشرة إلى مستوى الخمود بل من الممكن أن **يقطع الطريق** فى إنتقالات كثيرة مارا بالمستويات البينيه ويشع بذلك كثيرا من الخطوط الطيفية تختلف فى ذبذبتها عن ما إمتصه من ضوء . تسمى هذه الظاهرة **بالتزهر** . فى جميع ما ذكر من حالات يظل الإليكترون مرتبطا بالذره ولذلك فإن إنتقالاته تسمى بالانتقالات المقيدة ـ مقيده .

إذا ما إزدادت الطاقة التى يحصل عليها الاليكترون من الضوء ، على سبيل المثال عن حد معين ، ينفصل الإليكترون كلية عن الذره تاركا الجزء الباق منها بفائض شحنة موجبه فيطلق عليه إسم **أيون** وتسمى عملية الإنفصال نفسها ⟵ **بالتأين** ، كما يسمى أقل قدر من الطاقة يؤدى إلى التأين بطاقة التأين . وما زاد من الطاقة عن طاقة التأين يكتسبه الإليكترون كطاقة حركة . ولما كانت طاقة الحركة تأخذ قيما إختيارية ، أى ليست مثل مستويات الطاقة المحددة فى الذرة فإنه من الممكن فى عملية التأين إمتصاص كم ضوئى طاقته وبالتالى ذبذبته إختيارية . وفى كثير من عمليات التأين يتم إمتصاص حيز كبير نسبيا من الطيف محدد من ناحية الموجات الطيفية الطويلة ، إذ لابد أن يحتوى الكم

الضوئى الممتص على الحد الأدنى من الطاقة اللازم لعملية التأين . فى عملية **الإتحاد** يقوم الأيون بامتصاص إليكترون حر من الخارج وبذلك يشع الإليكترون طاقة تأينه وكذلك طاقة حركته .وكلامن التأين والإتحاد هما عبارة عن عمليتى إنتقال يكون الاليكترون فى الأولى حرا وفى الثانية مرتبطا بالذرة، ومن هنا فإنهما تسميان بعملية الإنتقال المقيده ـ الحره .

يمكن أيضا أن تتأين الذرات عديدة الاليكترونات أكثر من مره ، بل ومن الممكن أيضا أن تنفصل عنها جميع إليكتروناتها . وفى هذه الحالة تكون الذره متاينه كلية .

هناك نوع آخر من التأين يحدث فى حالة إلتصاق إليكترون بذره متعادلة فتصبح أيونا سالبا (أنيون) . فمثلا يعطى إرتباط إليكترون ثانى بذره الهيدروجين المتعادلة أيون الهيدروجين السالب ، الذى يمكنه عن طريق إمتصاص جزء كبير من الطيف العوده إلى تعادله بعد أن ينفصل عنه الإليكترون . ويلعب إمتصاص الضوء بواسطة أيون الهيدروجين السالب دورا كبيرا فى أجواء النجوم .

من الممكن أيضا أن تتغير طاقة حركة إليكترون متحرك فى مجال مغناطيسى بدون حدوث إلتحام . ويمتص الإليكترون الفرق بين طاقته قبل وبعد التغيير أو يشعه على حسب ما إذا كان ذلك فيه زيادة لطاقته أو إنقاصا لها . تعرف هذه العملية بالإنتقالات الحره ـ حره ، وتتسبب فى إنتاج طيف مستمر ، لأن الإليكترون فى حالته الحره يمكنه أخذ قيم إختياريه من الطاقة . اى يمتص أو يشع ضوءا له ذبذبات إختيارية .

التركيب الكيماوى

chemical composition
composition chimique *(sf)*
chemische Zusammensetzung *(sf)*

⟵ شيوع العناصر .

الترنح

nutation
nutation *(sf)*
Nutation *(sf)*

هو التذبذب قصير الدوره فى ⟵ السبق .

ترنح إتجاه الضوء

scintillation
scintillation *(sf)*
Szintillation *(sf)*

هو تعبير عن عدم إستقرار الهواء ، ⟵ التالق .

ترنح القطب

mouvement of the pole
mouvement du pôle *(sm)*
Polschwankung *(sf)*

⟵ إرتفاع القطب .

التروبوسفير

troposphere
troposphére *(sf)*
Troposphäre *(sf)*

هو الطبقة السفلى من ⟵ الغلاف الجوى الأرضى ويحده من أعلى **التروبوبوز** والتروبوسفير محل العمليات الجوية .

التروبانات

trojans, troyan group
groupe troyen *(sm)*, **planètes troyennes** *(pf)*
Trojaner *(pm)*

هى مجموعة من الكويكبات تتحرك بالقرب من نقطتى التحرر L_4 ، L_5 بين الشمس والمشترى ، الأمر الذى يمثل حالة خاصة من ⟵ مسألة الثلاثة أجسام . ويتفق زمن دوران هذه الكويكبات ونصف القطر الأكبر لمدارها تقريبا مع مثيلها للمشترى ، بحيث يظهر ذلك فى شيوع أنصاف محاور الكويكبات عند الموقع التناسبى ١ : ١ (الشكل ⟵ الكويكبات) . تم حتى الآن إكتشاف ١٥ من التروبانات ، كان أولها فى عام ١٩٠٦ ، حيث إكتشفه «وولف» . وقد سميت كل هذه الكويكبات بأسماء أبطال من الحرب الترويانية ،

فبجوار L_4 يوجد أشيلز ، وهيكتور ، ونستور ، وأجا ممنون ، وأوديسيوس ، وأياكس ، ومنيلاوس ، وديميدس . وتلامون . وبجوار L_5 يوجد كل من باتروكلوس ، وبرياموس ، وإينياس ، وأنشيزس ، وترولوس ، وأنتيلوخوس .

تريتون

Triton

أحد ← توابع نبتون .

التزيح

parallax
parallaxe *(sf)*
Parallaxe *(sf)*

تماما مثل ← إختلاف المنظر .

تساوى الليل والنهار

equinox
équinoxe *(sm)*
Tagundnachtsgleiche *(sf)*

تماما مثل ← الإعتدالين .

التسديس

sexangulation
sixangulation *(sf)*
Sextilschein *(sm)*

← الأوضاع النسبية للشمس والأرض والكواكب .

تسمية النجوم

designation of stars
désignation des étoiles *(sf)*
Benenung von Sternen *(sf)*

← اسماء النجوم .

تشتت الضوء

light scattering
diffusion de la lumière *(sf)*
Lichtstreuung *(sf)*

هو تغير مسار الضوء بواسطة جسيمات صغيرة . **وتشتت رايلى** هو أبسط الأنواع فى معالجته . وهو التشتت على جسيمات صغيرة بالنسبة لطول الموجه الضوئية . يزداد هذا التشتت فى الشدة كلما صغر طول الموجة λ (يتناسب معامل التشتت مع λ^{-4}) . ومثال تشتت رايلى هو تشتت ضوء الشمس على جزيئات غلاف الأرض الجوى . ولما كان ضوء الشمس قصير الموجة يتشتت بقوة أكبر فإن السماء تبدو زرقاء . أما الضوء الأحمر طويل الموجة فيصلنا على النقيض من ذلك بدون عائق وبالقرب من الأفق ، وهناك حيث يمر الضوء خلال كتل هوائية كبيرة ، تبدو الشمس محمرة ، لأننا حينذاك – وإلى حد ما – نرى فقط الشعاع الأحمر الذى ينفذ بدون تشتت خلال الغلاف الجوى .

ويبدو تشتت الضوء بواسطة الجسيمات الأكبر أكثر تعقيدا فى معالجته . وهنا يختلف تماما إعتماد قوة التشتت على طول الموجة .

من الممكن أيضا أن يتشتت الضوء على الإليكترونات الحرة .

التشييد

mounting, mount
monture *(sf)*
Montierung *(sf)*, **Aufstellung** *(sf)*

هو نظام إقامة ← منظار .

تشييد الأجهزة

mounting of the instruments
monture des instruments *(sf)*
Aufstellung der Instrumente *(sf)*

← المناظير و ← المنظار و ← الأجهزة و ← آلة القياس الزاويه .

التشييد الركبى

knee mounting
montage de genou *(sm)*
Kniemontierung *(sf)*

إحدى طرق تشييد المناظير (← المنظار) .

التصحيح الحرارى أو البولومترى

bolometric correction
correction bolométrique *(sf)*
bolometrische Korrektion *(sf)*

هو عباره عن الفرق بين ← اللمعان البولومترى واللمعان البصرى .

التصنيف

Durchmusterung *(sf)*

← مصنف .

تصنيف بون

Bonner Durchmusterung, B. D *(sf)*

← مصنف نجومى

تصنيف كردوبة

Cordoba Durchmusterung *(sf)*

← مصنف نجومى .

التصوير

astrography
astrographie *(sf)*
Astrographie *(sf)*

← الفوتوغرافيا .

التصوير الفوتوغراف

photography
photographie *(sf)*
Photographie *(sf)*

← الفوتوغرافيا .

تطور النجوم

stellar evolution
évolution des étoiles *(sf)*
Sternentwicklung *(sf)*

هو التغير الذى يحدث للنجوم مع الزمن وبصورة غير دورية . والنجوم عموما عبارة عن تركيبات مستقرة (← التركيب الداخلى للنجوم) تتغير فقط فى غضون فترات زمنية تقاس ببلايين السنين . من هنا فإن التغير المصاحب لنجوم ما ، مثلا فى نصف القطر أو قوة الإشعاع لا يمكن تتبعه مباشرة بالقياس . إلا أن التغير يمكن تحديده كنتيجة للتفكير والحساب النظرى . وحتى المتغيرات النابضة ثابتة نسبيا . أما التغير الدورى السريع الذى نشاهده فى اللمعان فيأتى من تارجح النجم حول حالة تعادل ؛ وهذا التعادل المتوسط يتغير فقط ببطىء شديد . وعلى عكس ذلك فإن نجوم النوفا تمثل شذوذا . ومثال ذلك السوبرنوفا التى تفقد أثناء إنفجار لمعانى قصير جزءا كبيرا من كتلتها .

إن النجوم التى يمكن رؤيتها هذه الأيام لم تنشأ كلها فى نفس الوقت . ومن هنا فإن منها نجوما مختلفة العمر ، أى نجوما فى مراحل مختلفة من تطورها . ويعلل هذا جزئيا الأنواع العديدة من النجوم . أما قيمة عمر النجم أو النوع النجمى فهذا ما لا نعرفه . تتمثل مهمة نظرية تطور النجوم فى إيضاح أى الأنواع النجومية تطور من الآخر . أى أنه لابد لنا أن نستنتج التتابع الزمنى من التنوع . لهذا الغرض يجرى حل معادلات ← التركيب الداخلى للنجوم أولا كحالة إبتدائية معقولة . وبهذا فإننا لا نحصل فقط على معلومات عن التركيب الداخلى للنجم وإنما أيضا عن إتجاه تغير هذه الحالة فى فترة زمنية قصيرة . ويعطى ذلك إمكانية لتحديد تركيب النجم فى وقت لاحق . بعد ذلك يتخذ هذا كنقطة بداية لفترة زمنية أخرى ، وهكذا . ولكل من هذه الأوقات الزمنية تعطى الحسابات ليس فقط توزيع كل من الكتلة ودرجات الحرارة والضغط داخل النجم وإنما أيضا مقادير قوة الإشعاع ودرجة الحرارة الفعالة للنجم . وهاتين البعدين يمكن رسمها فى ← شكل هرتز سبرنج ـ رسل (*HRD*) تماما مثلما نعمل فى حالة النجوم المرصودة . ومع تطور النجم المحسوب تتغير قيمتا قوته الإشعاعية ودرجة حرارته الفعالة ، ويعنى ذلك أن النقطة الممثلة للنجم تتحرك فى الشكل بمرور الزمن ، قاطعة بذلك مسافة فى تطور النجم . وبهذا فإننا نستطيع المقارنة عن قرب بالأرصاد : فعند وجود نقطتى نجمين فى *HRD* فإنه يمكن أن تكون هاتين النقطتين مرحلتى تطور مختلفين لنجم أولى واحد . وهذه النجوم الأولية (المتشابهة) يمكن أن تكون قد نشأت فى أوقات مختلفة ، أى أن النجمين المرصودين يمكن أن يكون لهما حاليا عمرين مختلفين ، ومن الأشكال المحسوبة يمكن قراءة الاختلاف فى عمريهما .

يتضح من النظرية أن السبب الأساسى لمعظم التغييرات فى تركيب النجم يكمن فى إشعاع الطاقة الكبير . وتأتى هذه الطاقة من المخازن الكبرى جدا والمتجددة أيضا ، الموجوده فى داخل النجم . وعندما تنضب هذه المخازن فإن النجم إما أن يقتصد فى

إشعاعة أو يبحث عن مصدر طاقة اخر. وكلا الأمرين يتطلب تغيرا ؛ أى أن النجم يتطور. وتختلف المخازن للطاقة أيضا فى حجمها ، أى أنها تكفى لفترات زمنية مختلفة. من هنا فإن مراحل التطور المختلفة تستغرق أزمنة تختلف عن بعضها ويمكن تقديرها وتحديد المقياس الزمنى لكل مرحلة من التطور. ومما يلعب دورا كبيرا فى أثناء تطور النجم ما يحدث من تغير فى تركيبه الكيماوى وفى كتلته.

المقاييس الزمنية للتطور: المقياس الزمنى هو عبارة عن فترة زمنية مُميزة تقريبا لطول مرحلة معينة من التطور، مثلا لفترة إحتراق الهيدروجين، التى يظل النجم أثناءها قريبا من التتابع الرئيسى. وبتعبير آخر: فإن المقياس الزمنى عبارة عن فترة زمنية مميزة لطول الفترة الزمنية التى يتطلبها النجم لكى ينتقل من مرحلة تطور إلى أخرى. وتدل المقاييس الزمنية القصيرة على تطور سريع، بينما الطويلة على تطور بطىء. ويوجد لنجم ما ثلاثة أنواع من المقاييس الزمنية هى: المقاييس النووية، والحرارية أو الإنكماشية، والهيدروستاتيكية. وهذه المقاييس الزمنية تختلف من نجم إلى آخر وخصوصا عندما تختلف كتل النجوم.

(أ) يعطى المقياس الزمنى النووى تقريبا الفترة الزمنية التى ينفذ فيها ما بدأ من مخزون الطاقة النووية فى المنطقة المركزية للنجم. وتعملُ التفاعلات النووية المنتجة على تحويل نوع من النوى (الوقود) إلى أنواع أخرى ؛ على سبيل المثال تحول الهيدروجين فى أثناء الإحتراق الهيدروجينى إلى هليوم. وبنفاذ كل الوقود الموجود تقف هذه المرحلة من التطور. وأهم وأطول مقياس زمنى لنجم ما هو إحتراق هيدروجينة المركزى، والذى يبقى أثناءه النجم فوق أو قريبا جدا من التتابع الرئيسى فى *HRD* يطول هذا المقياس الزمنى كلما إزدادت كمية المخزون الأولى من الوقود (الهيدروجين)، أى أن هذا المقياس فى النجوم كبيرة الكتلة أكبر منه للنجوم صغيرة الكتلة. إلا أن المقياس الزمنى يقل من ناحية أخرى مع ما يتم إستنفاده كل ثانية من طاقة (أى مع الزيادة فى القوة الإشعاعية). وإذا ما إنتقلنا من النجوم صغيرة الكتلة إلى الأخرى كبيرة الكتلة نجد أن مخزون الوقود يزداد تماما مثل الكتلة أما قوة الإشعاع فتزداد أسرع بكثير وبالتحديد مثل الأس الثالث للكتلة (← علاقة الكتلة وقوة الإشعاع). ومن هنا يقل فى النهاية المقياس الزمنى النووى بشدة ناحية الكتل. الكبيرة للنجوم. وبالنسبة لنجم كتلته قدر كتلة الشمس يقدر المقياس الزمنى لإحتراق الهيدروجين ببضع بلايين السنين، أما بالنسبة لنجم كتلته قدر كتلة الشمس عشر مرات فإن هذا المقياس يبلغ ١٠ مليون سنة فقط. ويعتبر المقياس الزمنى لإحتراق الهيدروجين أكبر مقياس زمنى فى حياة نجم ما ؛ أى أن النجم يبقى فى هذه المرحلة من التطور ـ قريبا من التتابع الرئيسى ـ لأطول فترة من حياته. من هنا فإن معظم النجوم توجد فى التتابع الرئيسى. (يتمشى هذا مع الحقيقة العامة: كلما صغر المقياس الزمنى، أى كلما إزدادت سرعة التطور، كلما قل عدد النجوم التى نقابلها فى حالة التطور قيد الفحص).

(ب) والمقياس الزمنى الحرارى والانكماشى لهما تقريبا نفس الطول الزمنى ويطلق عليهما معا مقياس كلفن ـ هلمولتز ـ الزمنى. وهما يعطيان تقريبا الفترة الزمنية التى يمكن أن يتغير فيها مخزون النجم من الطاقة الحرارية بدرجة كبيرة. وتلك عبارة عن الفترة الزمنية التى يمكن للنجم فيها أن ينكمش من سحابة غازية كبيرة إلى حجمه الذى نراه عليه الآن. ولتقدير هذا المقياس الزمنى فإنه من المهم مقارنة المخزون الحرارى بالفقد الإشعاعى لكل ثانية. ويبلغ هذا المقياس الزمنى ـ بالحساب غير الدقيق ـ لنجم ما فقط واحد فى المائة من مقياس زمنه النووى ؛ وهو أيضا للنجوم كبيرة الكتلة أصغر منه للنجوم صغيرة الكتلة. وفى حالة نجم كتلته قدر كتلة الشمس يبلغ المقياس الزمنى الإنكماشى حوالى ٥٠ مليون سنة بينما يبلغ حوالى

١٠٠٠٠٠ سنة لنجم أكبر من ذلك عشر مرات . أى أن النجم يتطور بسرعة جدا فى أجزاء تطوره الذى يغطى فيها إشعاعها من طاقة الإنكماش (طاقة الجاذبية) .

(ج) والمقياس الزمنى الهيدروستاتيكى هو أقصرها ، ويعطى تقريبا الفترة الزمنية التى يحتاجها النجم حتى يعود ثانية من تغيير حادث فى ضغطه إلى وضع التوازن (الهيدروستاتيكى) (← التركيب الداخلى للنجوم) ، أى يتأرجح حول وضع تعادله . ويمكن إعتبار المقياس الزمنى الهيدروستاتيكى على أنه الفترة الزمنية التى تحتاجها موجة صوتية لعبور النجم مرة واحده . يعتمد بذلك هذا المقياس الزمنى على كل من إمتداد النجم وسرعة الصوت ، أى قبل كل شىء على درجة الحرارة السائدة فى الطبقات الخارجية الباردة من النجم . يقدر المقايس الزمنى الهيدروستاتيكى فى حالة العمالقة الحمر بحوالى من يوم واحد إلى ١٠٠ يوم ، ويبلغ فى حالة الشمس حوالى $\frac{١}{٤}$ ساعة وفى حالة الأقزام البيضاء حوالى دقيقة واحدة أو أقل . وهذا الزمن قصير جدا بالقياس بعمر النجم الكلى ، ولذا لا نجد فيه فرصة لرصد النجوم أثناء تطورها نظرا لسرعة حدوث ذلك . إن هذا يدل على أن النجم يتأرجح بكثرة كمتغير حول وضع تعادل يتغير ببطىء ، مثلا بمعدل التغير النووى .

يحدث تغيير فى التركيب الكيماوى للنجوم بواسطه التفاعلات النووية التى تؤدى إلى ← إنتاج طاقة النجوم . خلال هذه التفاعلات يتحول على سبيل المثال ، الهيدروجين إلى هليوم (أثناء إحتراق الهيدروجين) ، أو الهليوم إلى كربون (أثناء إحتراق الهليوم) ـ أو تتحول هذه العناصر فى التطور الذى يحدث بعد ذلك إلى عناصر أثقل . وحسب ما ذكر سابقا فإن التغيرات تحدث ببطىء شديد جدا وبالتحديد بالمقياس الزمنى النووى . ومن الفزياء النووية نستطيع معرفة عدد التفاعلات النووية التى يتم فى كثافة ودرجة حرارة معينه . بذلك فإننا نعرف أيضا الكمية التى تتحول فى الثانية الواحدة من عنصر إلى آخر . فإذا ما عرفنا لأنموذج نجمى توزيع درجة الحرارة والكثافة داخل النجم ، فإنه يمكننا لكل مكان فى النجم حساب عدد ذرات الهيدروجين التى تتحول إلى هليوم ، على سبيل المثال . وبناء على ذلك فإننا نغير التركيب الكيماوى للنجم بحيث يناظر نقطة زمنية متأخرة نوعا ما ثم نقوم بحساب أنموذج نجومى جديد لهذا التركيب الكيماوى الجديد وهكذا .

تبدأ التفاعلات النووية فى الحدوث فقط عند درجات حرارة عالية جدا . ومن هنا فإن التحول النووى يُفَضِّل الحدوث فى منطقة النجم المركزية ، أى المكان الذى تكون فيه درجة الحرارة أعلى ما يمكن . فقط عند نفاذ كل الوقود الموجود تنتقل التفاعلات النووية إلى القشرة الكروية المحيطة بالمنطقة المركزية ، أى هناك فى المكان الذى ما يزال يحتوى على وقود . ومن المهم بالنسبة للتطور اللاحق للنجم أن تبقى العناصر المتكونة حديثا فى مكانها أو تتوزع على مناطق كثيرة بفعل الحركة المادية . تحدث مثل هذه الحركات المادية فى المناطق التى تنتقل فيها الطاقة بالحمل (← التركيب الداخلى للنجوم) .

وتحتوى مثلا نجوم التتابع الرئيسى كبيرة الكتلة ، أثناء إحتراق الهيدروجين على منطقة مركزية تسود فيها تيارات الحمل . وتظل هذه المنطقة دائمة التقليب حتى ينفذ كل ما فيها من هيدروجين . أما نجوم التتابع الرئيسى صغيرة الكتلة فلها على النقيض من ذلك منطقة خارجية تسود فيها تيارات الحمل . ولا يحدث فيها تفاعلات نووية بسبب إنخفاض درجة الحراره . وتبدأ منطقة تيارات الحمل هذه فى إحتواء الأجزاء الداخلية العميقة أيضا من النجم والتى تحول كل الهيدروجين فيها إلى هليوم . ثم بعد ذلك يتوزع هذا الهيوم على كل منطقة تيارات الحمل . ولو كان النجم يدور بسرعة كافية فإنه من الممكن حدوث مجموعات من تيارات كبيرة الحجم . وهذه لا تعتبر مناطق مختلفة فى تركيبها الكيماوى . أى لا تؤدى إلى خلط مؤثر .

ومن المحتمل حدوث خلط فعال بعد ذلك ، عندما تدور المنطقة المركزية أسرع بكثير ما حولها .

مقارنة النظرية بالأرصاد : حتى يتم إختبار صحة النتائج النظرية ، فلابد من مقارنتها بالأرصاد . وفى هذا الشأن توجد هناك صعوبة تأتى من الإختلاف التام فى أعمار النجوم المرصودة . ولذلك فإنه من عظيم الفائدة أن نعرف مجموعة من النجوم لها نفس العمر ـ حتى ولو لم يكن هذا العمر نفسه معروفا . ومثل هذه النجوم متساوية العمر هى الحشود النجومية ، التى نشأت أفرادها فى نفس الوقت من سحابة غازية ومن هنا فقد كان لها أولا نفس التركيب الكيماوى . وعلى ذلك فإن أفراد الحشد تختلف فقط فى كتلها . وإذا ما حسبنا النماذج النجومية لنفس التركيب الكيماوى الأولى ولكن لكتل مختلفة ، فإن هذه النماذج لابد أن تعكس صورة كل نجوم الحشد المرصودة بعد وقت تطور معين (يساوى عمر الحشد) . وللأنواع المختلفة من الحشود النجومية أنواع مختلفة ومميزة من شكل هرتز سبرنج ـ رسل . ومن هنا ندرس ما إذا كان النموذج المحسوب للنجم والذى وقعنا كل من درجة حرارته الفعالة وقوته الإشعاعية بالمثل فى HRD يمكنه تفسير لأشكال المناظرة للحشد النجم المرصود . إن المزدوجات المتلاصقة تمدنا بإمكانية أخرى للمقارنة ؛ حيث أن هذا الزوج من النجوم قد نشأ فى نفس الوقت ، أى أن عمريهما واحد ، بحيث تعطيان نفس الميره مثل الحشد النجمى . بالإضافة إلى ذلك فإنه من الممكن فى حالة المزدوجات النجومية معرفة كتلة كل نجم وذلك من حركة النجمين .

إن حسابات التطور تعطى نتائج مختلفة تماما بالنسبة لمراحل التطور المختلفة لنجم ما (على سبيل المثال بالنسبة للإنكماش الأولى أو مرحلة إحتراق الهيدروجين المركزى) ، وكذلك بالنسبة للكتل المختلفة . وحاليا فإننا نعرف تطور حالة التتابع الرئيسى جيدا وكذلك تطور النجوم كبيرة لكتلة (أكبر من ضعف كتلة الشمس) فى أثناء احتراق كل من الهيدروجين والهليوم ، أما تطور النجوم صغيرة لكتلة فنعرفه فقط حتى بداية إحتراق الهليوم . وسوف نصف أمثلة لذلك فى الفقرات التالية . يؤثر الإختلاف الأولى للتركيب الكيماوى فى تفاصيل تطور النجوم وإن كان تأثيره بسط من تأثير لإختلاف فى الكتل .

التطور فى حالة التتابع الرئيسى : تنشأ النجوم بالإنكماش من السحابات المادية فيما بين النجوم (← كسموجونى) . ويبدأ هذا الإنكماش ، عندما تكون السحابة كثيفة لدرجة تجعل الجاذبية المتبادلة لجسيماتها تتغلب على القوى التى تحاول تفريق السحابة عن بعضها . وفى أثناء الإنكماش يمكن بوضوح التفريق بين فترتين : إحداهما قبل والأخرى بعد الوصول إلى حالة التعادل الميكانيكى .

تسقط المادة أولا فى إتجاه المركز ، بينما لا يزال النجم لم يصل إلى مرحلة التعادل الميكانيكى (← التركيب الداخلى للنجوم) . هذا الجزء من التطور صعب فى حسابه ومن هنا فلا توجد له إلا نتائج قليلة . ونظرا لعدم وجود تعادل ميكانيكى فإن الإنكماش يحدث بسرعة جدا . ولهذا السبب لا نجد أجساما مرصودة ، تدل بدرجة لا تقبل الشك على هذا الجزء من التطور . ولابد أن يكون النجم أولا واسع الإمتداد وضعيفا فى قوة إشعاعه جدا . وفى أثناء الإنكماش يقل هذا الإمتداد وتزداد قوة الإشعاع فيتحرك لذلك النجم فى HRD من أقصى اليمين أسفل إلى أعلى ناحية اليسار ، حتى يصل إلى خط هاياشى (← التركيب الداخلى للنجوم) . وفى أثناء ذلك التطور يعبر النجم بسرعة هذا الجزء من الشكل ، المحرم على النجوم الموجودة فى حالة تعادل ميكانيكى .

تصبح الحسابات أبسط من ذلك بكثير نذ اللحظة التى يدخل فيها النجم حالة التعادل الميكانيكى . فى هذا الوقت يوجد النجم تماما فوق خط ـ هاياشى وعند قوى الإشعاع العالية . وككل النجوم على هذا الخط فإن النجم يسوده من مركزه إلى

سطحه تيارات الحمل ، ويستمد إشعاع طاقته العالى عن طريق الإنكماش ، الذى يعمل على تحرير طاقة الوضع . يتم إشعاع جزء من هذه الطاقة والجزء الآخر يتحول إلى طاقة حرارية ، تعمل على تسخين داخل النجم . فى أثناء هذا الإنكماش يتحرك النجم فى *HRD* فوق خط ـ هاياشى إلى أسفل مقللا من نصف قطره وقوته الإشعاعية . يبدأ هذا التطور سريعا ، إلا أنه يبطىء تدريجيا كلما إنخفضت قوة إشعاعه (أى انخفاض إستهلاك طاقته) . وعندما تنخفض قوة إشعاعه بدرجة كافية ، فإن النجم يتوقف عن أن تسوده تيارات الحمل ويبدأ من المركز فى بناء منطقة متزايدة لا تنتقل فيها الطاقة بفعل تيارات الحمل وإنما بواسطة الإشعاع . بذلك يترك النجم أيضا خط ـ هاياشى (الذى توجد فوقه فقط النجوم التى تسودها كلية تيارات الحمل) ويتحول فى *HRD* إلى ناحية اليسار فى إتجاه التتابع الرئيسى . يصل النجم إلى هذا التتابع عندما تكون درجة حرارة منطقته المركزية قد إرتفعت بفعل الإنكماش بدرجة تسمح ببداية التفاعلات النووية المنتجة للطاقة ، وبذلك تنتهى فترة الانكماش الأولى وتستمر هذه الفترة لمدة تطول كلما صغرت كتلة النجم (أنظر أعلاه) أى أن النجوم كبيرة الكتلة تصل إلي التتابع الرئيسى مبكرا قبل قبل النجوم صغيرة الكتلة هذا ويفسر شكل هرتز سبرنج ـ رسل لبعض الحشود النجومية حديثة العمر جدا : فى هذه الحشود نجد أن التتابع الرئيسى ممتلىء فقط فى جزءه الأعلى ، أى عند الكتل الكبيرة للنجوم ، بينما عند قوى الإشعاع المنخفضة ، أى الكتل الصغيرة ، مازال النجوم توجد ناحية اليمين أعلى من التتابع الرئيسى وفى حالة الإنكماش

إحتراق الهيدروجين والهليوم فى حالة النجوم كبيرة الكتلة : نرى مثالا لذلك فى التطور المحسوب لنجم كتلته قدر كتلة الشمس خمس مرات عندما يبدأ التفاعل النووى للهيدروجين فى المنطقة المركزية فإن النجم يفتتح بذلك منبعا كبيرا للطاقة يمكنه أن يُعطى إشعاعه لأطوال فترة من وجوده . فبعد مرحلة إنكماش أولى يخلد النجم إلى الإستقرار ويتطور بعد ذلك فقط بمنتهى البطىء ، وبالتحديد بالقياس الزمنى النووى . فى البداية يكون للنجم فى كل مكان نفس التركيب الكيماوى ، أى أنه متجانس ، إذ أن التفاعلات النووية لم تُتح لها بعد طويلا من الوقت لتحويل الهيدروجين إلى هليوم . فى هذا الوقت يوجد النجم فى *HRD* فوق التتابع الرئيسى ، وبطريقة أدق فى التعبير عند العمر ـ صفر على التتابع الرئيسى . وغالباً ما نحصى عمر النجم منذ بداية إحتراق الهيدروجين ، حيث أن الوقت القصير الذى قضاه النجم فى الإنكماش لا يؤثر نسبياً فى عمره . ويكون التتابع الرئيسى ذو العمر ـ صفر الحد الأسفل من حزام التتابع الرئيسى العريض بعض الشىء . فى هذه الحالة يبلغ إمتداد النجم حوالى ٢٫٧ قدر نصف قطر الشمس وله ٦٠٠ مرة قدر قوة إشعاعها ، كما تبلغ درجة حرارته الفعالة ١٧٦٠٠ درجة ، وهو بذلك نجم تتابع رئيسى من النوع الطيفى B5 ويحدث فى هذا النجم إنتاج الطاقة بالجوار المباشر للمركز ، وهو المكان الذى تكون فيه درجة الحرارة (حوالى ٢٦ مليون درجة) والكثافة (حوالى ٢٠ جم سم^{٣}) على أعلى قيمة لها وهنا تحول التفاعلات النووية بإستمرار الهيدروجين إلى هليوم . وهذا الهليوم حديث التكوين يتم توزيعه بصورة دائمة وبإنتظام داخل ٢٠٪ من كتلة النجم حول مركزه ، لأن الطاقة تنتقل هناك بواسطة تيارات الحمل . فى المنطقة المركزية التى تسودها تيارات الحمل ، والتى تصغر بإستمرار مع الزمن وتزداد كمية الهليوم بإستمرار ويقل دائما محتوى الهيدروجين . ويعتبر هذا هو السبب فيما يبدأ الآن من تطور .

بينما يُستهلك الهيدروجين فى المنطقة المركزية ، يتحرك النجم فى *HRD* ببطىء ناحية اليسار وإلى أعلى بعض الشىء . أى أن النجم يُزيد بذلك من قوته الإشعاعية بعض الشىء ويتغلب النجم على النقص فى الوقود بالنسبة للتفاعلات النووية بأن يدع منطقته المركزية تنكمش بسيطا ؛ وبذلك تسير التفاعلات

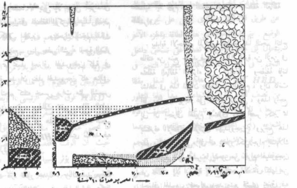
النووية أسرع. وعندما لا يتبق إلا بعض أجزاء فى المائة من الهيدروجين فى المنطقة المركزية، يبدأ النجم ككل فى الإنكماش الخفيف. ويتحرك النجم بذلك فى شكل هرتز سبرنج ـ رسل بعض الشيء ناحية اليسار وإلى أعلى. ثم يخمد إحتراق الهيدروجين كلية فى المنطقة المركزية بعد أن ينفذ الهيدروجين كله هناك. يحدث ذلك لنجم كتلته خمس مرات مثل الشمس بعد ٥٦ مليون سنة، وبذلك تنتهى حالة التتابع الرئيسى للنجم. فى أثناء كل هذا الوقت يوجد النجم دائما فى الشريط من *HRD*، الذى نشاهد فيه نجوم التتابع الرئيسى.

يتبع ذلك فترة تطور جديلة، وبالتحديد مرحلة إنكماش النواه وتمدد الغلاف. فى هذا الوقت يتكون النجم من منطقة هليوم مركزية محاطة بغلاف هيدروجين لم يستهلك بعد. تحدث بعد ذلك تفاعلات إحتراق الهيدروجين النووية فى طبقة تغلف منطقة الهليوم ومن هذه الطبقة يستمد النجم قوته الإشعاعية. وحتى الآن لا يمكن لنوى الهليوم التفاعل مع بعضها، لأن درجة الحرارة ماتزال منخفضة عما يلزم لهذا الغرض. وحيث أن المنطقة المركزية تنكمش، فإن درجة الحرارة والكثافة يرتفعان مع الزمن. ويظل ذلك ساريا حتى يبدأ الإحتراق المركزى للهليوم. فى أثناء إنكماش المنطقة المركزية يتمدد الغلاف الخارجى للنجم كله بشده ويصبح النجم عملاقا. وحيث أن قوة الاشعاع لم تتغير كثيرا فإن ذلك يقتضى إنخفاض درجة حرارة السطح بشدة، وذلك حتى يُشع كل سم٢ من مساحة السطح المتزايدة طاقة أقل. وفى شكل هرتز سبرنج ـ رسل يسير النجم فى طريق تطوره بعيدا ناحية اليمين فى منطقة العمالقة الحمراء. وهذه الحركة سريعة جدا نسبيا، إذا قارناها بالتطور السابق، فهى تستغرق ٣ مليون سنة. ويبدو ذلك مفهوما لأنها تُقاد بواسطة الإنكماش المركزى والذى له مقياس زمنى إنكماشى قصير نسبيا هذا التطور السريع خلال أجزاء متباعدة من *HRD* يشرح أيضا، لماذا لا نجد من الوجهة العملية آية نجوم بين التتابع الرئيسى ومنطقة العمالقة الحمراء.

ببداية الإحتراق المركزى للهليوم يبدأ النجم إنتاج طاقته من منبع جديد فيستمر بذلك لفترة من الزمن فى منطقة العمالقة الحمراء من *HRD*. وحقيقة فإننا نشاهد فى هذا المكان عديدا من النجوم، وإن كانت أقل بكثير مما يوجد على التتابع الرئيسى، وهذا راجع إلى أن إحتراق الهليوم يستغرق وقتا أقصر بكثير مما يستغرقه الإحتراق المركزى للهيدروجين، ويرجع هذا بدوره قبل كل شىء إلى أنه يتحرر لكل جرام إستهلاك من الهليوم فقط عُشر ما يتحرر من جرام الهيدروجين من طاقة. إلا أن قوة إشعاع النجم لا تأتى كلها من إحتراق الهليوم، فحوله يوجد منبع قشرى يحترق فيه الهيدروجين.

أثناء الإحتراق المركزى للهليوم يتجول النجم على لولب أو لولبين مختلفى الأحجام (حسب كتلة النجم وتركيبه الكيماوى) فى منطقة العمالقة من *HRD* ناحية اليمين واليسار. وفى أثناء ذلك فإن النجم يعبر عدة مرات الشريط الضيق العمودى تقريبا فى شكل هرتز سبرنج ـ رسل، والذى يوجد به ⟵ نجوم دلتا قيفاوى. وقد إتضح أيضا أن النموذج المحسوب للنجم غير مستقر، عندما يوجد فى الشريط القيفاوى من *HRD*، حيث يتأرجح حول وضع تعادل متوسط بدورة طولها من يوم واحد إلى عشرة أيام (تبعا لقوة الإشعاع). هذه التذبذبات تعمل على التغير الدورى لقوة الإشعاع. ومثل هذا النموذج النجمى يساوى بذلك تماما متغيرا من نوع دلتا قيفاوى.

وعندما يكون كل الهليوم فى المنطقة المركزية قد تحول بواسطة التفاعلات النووية إلى كربون وأكسجين ـ فى حالة نجم كتلته قدر كتلة الشمس خمس مرات ينشأ هذين العنصرين بجزأين متساويين ـ يكف الهليوم عن الإحتراق فى المركز ويستمر ساريا فى ينبوع قشرى يغلف منطقة الكربون



(١) التغير الزمنى داخل نجم كتلته ٥ مرات مثل الشمس وقد رسمت الكتلة النسبية M_r مقابل عمر النجم بوحدات ١٠ مليون نسمة منذ بلوغه خط التتابع الرئيسى . (M_r هى الكتلة التى تحتويها كرة نصف قطرها r حول مركز النجم البالغ كتلته الكلية M) . وتدل الأماكن المموجة على سيادة تيارات الحمل ، والمناطق المشرطة هى التى تزيد فيها إنتاجية عن ١٠٠٠ إرج جم . بينما المناطق المنقطة هى التى يقل فيها كل من الهيدروجين والهليوم إلى الداخل

والأكسجين . وينكمش النطاق المركزى مع التسخين ، حتى ـ فى حالة النجوم الأكبر كتلة من ذلك بعض الشىء ـ ترتفع درجة الحرارة بدرجة كافية للتفاعل النووى القادم ، أى إحتراق الكربون . فى أثناء هذا الإنكماش يتمدد الغلاف الخارجى للنجم بشدة وبسرعة . ويتجول النجم فى HRD مع إرتفاع حاد فى قوة الإشعاع موازيا وقريبا من خط ـ هاياشى . وهنا نفقد المعرفة الدقيقة بتطور مثل هذه النجوم ، لأنه لم يمكن حتى الآن إجراء حسابات لهذه المرحلة من التطور .

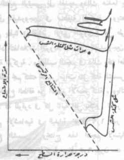
التطور اللاحق للنجوم الأكبر كتلة : مما وصفنا حتى الآن يمكن إستنتاج كيفية تطور النجوم كبيرة الكتلة بعد ذلك . فبمنتهى البساطة يمكن وصف أساس ما حدث من تطور حتى الآن وما يعقب ذلك كالآتى : فترات تطور بطيئة (مقياس زمنى نووى) لإشعال نووى مركزى يتبادل مع فترات تطور سريعة (مقياس إنكماشى) تنكمش فيها المناطق المركزية أى، أننا، وجدنا المسار التالى للمنطقة المركزية من النجم : بداية تفاعل نووى ـ نفاذ الوقود ووقوف التفاعل النووى ـ إنكماش وتسخين ـ بداية التفاعل النووى التالى ـ وهكذا . وفى كل تفاعل نووى جديد تنشأ عناصر كيماوية أثقل مما قبله . وعندما ينتهى إحتراق ما ، لنفاذ نوع النوى المتفاعل (أى، الوقود) يستمر هذا الإحتراق عموما فى قشرة حول المنطقة المركزية . ويمكن أن يوجد عديد من المنابع القشرية ذوات إحتراقات مختلفة فى نفس الوقت وفى نفس النجم مبتلعة ببطىء المادة النجمية فى إتجاه الخارج . ويسير ذلك فقط حتى يتكون الحديد فى المنطقة المركزية ، وذلك لأن تكوين عنصر اثقل لايحرر طاقة وإنما يستهلكها . ويمكن أن يكون لهذه الظاهرة نتائج طامية بالنسبة للنجم ، إذ يمكن أن تنكمش المنطقة المركزية بشدة بالغة وعند سقوط ما فوقها من أجزاء ينفجر النجم . وقد حاول البعض دراسة ذلك كسبب فى ظاهرة السوبر نوفا .

إن النظام البسيط «إحتراق نووى ـ إنكماش ـ الإحتراق التالى» يعمل فقط عندما يكفى الإنكماش البيني لتسخين المنطقة المركزية حتى يمكن للإحتراق التالى أن يبدأ (فى كل إحتراق تنشأ نوى ذرات . لها شحنة كهربية أعلى من الموجودة سابقا . الشئ الذى يتطلب طاقة أعلى للتفاعل اللاحق أى درجات حرارة أعلى) . يظل الإنكماش يؤدى إلى إرتفاع فى درجة الحراره طالما أن مادة النجم لا تزال غير كثيفة جدا ، وإلا فإن المادة تحيد عن الغاز المثالى ولا يؤدى الإنكماش بعد ذلك إلى تسخين أكثر . الأمر الذى لا يمكن معه للإحتراق التالى أن يبدأ . ومن الناحية العملية فإن المنطقة المركزية المنكمشة لابد لها من كتلة معينة على الأقل حتى تبلغ درجة حرارة إحتراق معين . وهذه الكتل الصغرى تبلغ ١ر٠ قدر كتلة الشمس لإحتراق الهيدروجين ، و $\frac{١}{٣}$ كتلة الشمس لإحتراق الهليوم ثم ٩ر٠ قدر كتلة الشمس لإحتراق الكربون وذلك بتقديرات تقريبية . ولهذا فإن النجوم كبيرة الكتلة يمكنها توفير كتلة أكبر فى المنطقة المركزية وبالتالى السير فى هذا النظام شوطا أبعد من النجوم صغيرة الكتلة . وهناك صعوبة أخرى تأتى من أنه فى حالات التطور اللاحقة وفى المنطقة المركزية تنشأ أعداد كثيرة من النيوترينوز ، تستمد طاقتها من الطاقة الحرارية ، سالبة إياها من النجم ، فتبرد المنطقة المركزية .

إن الكثير من النجوم ينهى مشوار عمره كأقزام بيضاء . وهذا ممكن فقط عندما تفقد هذه النجوم قبل ذلك جزءا كبيرا من كتلتها الأصلية . مثل هذا التطور الذى يؤدى تحت تأثير فقد الكتلة إلى حالة الأقزام البيضاء ، أمكن حسابه حتى الآن فى حالة المزدوجات المتلاصقة (إنظر بعده) .

إحتراق الهيدروجين وبداية إحتراق الهليوم فى النجوم صغيرة الكتلة : تنتمى إلى النجوم صغيرة الكتلة كل النجوم التى تقل كتلتها عن ٥ر١ مره قدر كتلة الشمس . وكمثال لذلك نناقش تطور نجم كتلته ١ر٣ قدر كتلة الشمس . يخلد النجم عند العمر صفر فوق التتابع الرئيسى إلى الهدوء وذلك عندما يبدأ إحتراق الهيدروجين فى منطقتة المركزية . ويتطور النجم بطيئا (بالمقياس الزمنى النووى) عن طريق إستنفاذ التفاعلات النووية التدريجى للهيدروجين فى المنطقة المركزية . ويتطلب النجم فى ذلك وقتا أطول مما يتطلبه نجم كتلته خمس مرات مثل كتلة الشمس ، لأن إشعاع الطاقة من النجم الأصغر كتلة . وبالتالى إستهلاكه للوقود فى كل ثانية أقل بكثير . تقدر قوة النجم الإشعاعية فى البداية بحوالى ٩ر١ قدر قوة إشعاع الشمس . ويحتاج هذا النجم لإستهلاك هيدروجين منطقته المركزية حوالى ٥ر٦ بليون سنه وفى ذلك يتضح إختلافا آخر عن النجوم ذات الكتل الكبيرة : فالنجم ليست له تيارات حمل فى المنطقة المركزية ، تعمل على خلط مادته هناك . وعليه فالهليوم الناشئ يبقى عند مكان تكوينه وبذلك تحترق المنطقة المركزية ببطئ من الداخل إلى الخارج حتى تحدث التفاعلات النووية فقط فى قشرة محيطة بالهليوم المركزى . يأكل هذا المنبع القشرى مادة النجم من الداخل إلى الخارج فيزداد بذلك محتوى الهليوم فى الداخل .

وفى HRD يتجول النجم أثناء الإحتراق المركزى للهيدروجين بعض الشئ إلى أعلى أى تزداد قوته الإشعاعية . وعند نفاذ الهيدروجين المركزى تنكمش منطقة الهليوم بينما يتمدد الغلاف الخارجى . وبما يشبه النجم ذى الكتلة مثل كتلة الشمس ٥ مرات فإن النجم يتحرك أثناء ذلك فى HRD على طريق تطوره مع الثبات التقريبى لقوة الإشعاع ناحية اليمين ، إلى المنطقة التى توجد بها النجوم المنخفضة فى درجة حرارة سطحها والكبيرة فى نصف قطرها . ولا يمكن لهذه الحركة أن تبتعد بالنجم كثيرا عن التتابع الرئيسى مثل النجوم كبيرة الكتلة ، لأنه فى مثل قوة الإشعاع المنخفضة هذه يمر التتابع الرئيسى قريبا من خط ـ هاياشى ، الذى لا يمكن لأى نجم أن يعبره . معنى ذلك أن نجما كتلة ٣ر١ قدر كتلة الشمس يمكنه فقط أن يتمدد عندما تعلو فى نفس الوقت قوة إشعاعه



(٢) تطور النجوم فى شكل هرتزسبرنج ـ رسل لنجم كتلته ٥ مرات وآخر كتلته ١٫٣ مثل كتلة الشمس.

بشده . وبذلك فإن النجم يتحرك على طول خط ـ هاياشى إلى أعلى فى *HRD* وذلك بالضبط هو ما يتضح من التطور المحسوب فى المرحلة الزمنية التى تنكمش فيها منطقة الهليوم المركزية وتزداد كتلتها . فى أثناء ذلك ترتفع قوة إشعاع النجم بمقدار ١٠٠٠ إلى ٣٠٠٠ مره قدر قوة إشعاع الشمس . وتنتج هذه الطاقة خلال إحتراق الهيدروجين فى المنبع القشرى الذى يغلف منطقة الهليوم .

ولإنكماش منطقة الهليوم فى نجم كتلته ١٫٣ قدر كتلة الشمس نتائج مختلفة تماما عما للنجم كبير الكتلة . يرجع ذلك إلى أن النجم على التتابع الرئيسى له كثافة مركزية أكبر بكثير (حوالى ١٠٠جم/سم٣) بحيث ينطبق مبدأ حيود الغاز (بصورة أدق : غاز الإليكترونات ، ←—— معادلات الحاله) . تصنع الاليكترونات فى أثناء ذلك ضغطا عاليا جدا . غير معتمد على درجة حرارتها . وعندما تكون الكثافة عالية بدرجة كافية . يمكن أن يحمل هذا الغاز وزن الطبقات التى تعلوه بدون ما حاجه إلى سخونة شديدة . وفى الحقيقة فإن مثل هذا الغاز أيضا لا ترتفع درجة حرارته عاليا بسبب الإنكماش . وبذلك لا يمكن أن يبدأ إحتراق الهليوم . وتبقى منطقة الهليوم المركزية تقريبا متساوية فى درجة حرارتها مع ما فوقها من منبع قشرى (الشكل ←—— التركيب الداخلى للنجوم) .

فقط عندما تصل كتلة منطقة الهليوم خلال إحتراق ما حولها من مادة هيدروجينيه إلى ٠٫٦ قدر كتلة الشمس ترتفع فيها درجة الحراره (بفعل عمليات كثيره التعقيد) إلى حوالى ١٠٠ مليون درجة . ثم تبدأ التفاعلات النووية للهيليوم . إلا أن ذلك أيضا يحدث بطريقة مختلفة تماما عن حالة النجوم كبيرة الكتلة . التى يبدأ فيها الإحتراق فى مادة غير حيودية . ففى حالة نجم كتلته ١٫٣ قدر كتلة الشمس يبدأ إحتراق الهليوم فى مادة حيودية ، الشئ الذى ينتج عنه ما يسمى « بالفلاش » (←—— التركيب الداخلى للنجوم . إستقرار النجوم) ، فما تحرره التفاعلات النوويه من طاقة لا يمكن إستفاذه خلال تمدد المنطقة المركزية ـ مثل ما ينتج من الغاز المثالى فى حالة النجوم كبيرة الكتلة ، ولابد من إمتصاصها كطاقة حرارية . الشئ الذى يجعل التفاعلات النوية تبدأ بسرعة وتنتج طاقة أكبر . تتحول بدورها إلى طاقة حرارية وهكذا . وخلال هذه العملية الشيطانية يتجمع إنتاج فائض من طاقة التفاعلات النووية يصل فى الأعماق البعيدة داخل النجم إلى حوالى ١٠٠ بليون مره قدر قوة إشعاع الشمس . ويمكن مقارنة ذلك بإنتاجية الطاقة لمجموعة نجومية (أى مجرة) كاملة ! . إلا أن هذه الطاقة الهائلة لا تنتقل ناحية الخارج . ولا يستمر الفلاش أيضا إلا لوقت قصير (القيم العاليه حقا تستمر من دقائق إلى ساعات فقط) . ويتم إمتصاص الطاقة فى الطبقات الأعلى غير الحيودية وتتحول إلى تمدد . ويقف الفلاش عندما ترتفع درجة الحرارة فى منطقة الإشتعال . بحيث لا تصبح المادة حيوديه على الرغم من كثافتها العالية .

يظهر الفلاش فى أعلى طريق التطور وفى الوقت الذى يسود فيه فائض طاقة فى داخل النجم ، لا ينتقل إلى سطحه ، فإن قوة إشعاع النجم ـ كما يتضح من الحساب ـ تقل ويسير طريق التطور إلى أسفل .

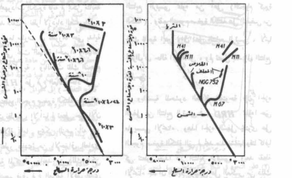
وعلى الرغم من المجهودات الكبيرة فإنه لم يمكن متابعة هذه الحسابات بعد ذلك ، نظرا لازدياد الصعوبات . إننا نعرف جيدا نجوما سارت فى تطورها حتى بداية الفلاش : وهذه هى تحت العمالقة الحمراء والعمالقة الحمراء فى الحشود الكروية ، وبالذات تلك النجوم التى توجد فى HRD على فرع العمالقة حاد الميل .

أما ما يتعلق بتطور النجوم صغيرة الكتلة بعد ذلك فتوجد له دراسات نظرية ، إلا أنها لم تعطى حتى الآن نتائج واضحة الدلالة تماما . ويمكن الزعم بأنه يتبع الفلاش مرحلة تطور هادئ من الإحتراق العادى للهليوم فى المنطقة المركزية . وأبعد من ذلك يمكن إفتراض وجود النجم فوق فرع العمالقة الأفقى الذى يوجد فى HRD لكل الحشود النجومية الكروية . ومن البديهى أن هذا الفرع الأفقى يأتى من سلوك النجم فى تطوره طريقا أفقيا فى HRD . إلا أنه لا يزال غير واضح ما إذا كان النجم يسلك فى أثناء تطوره هذا الطريق من اليسار إلى اليمين أو العكس . ويعتمد جزئيا على ما إذا كان النجم يعانى من فقد كبير فى كتلته أثناء الفلاش ، الشئ الذى لم يمكن التأكد منه بعد . وعندما يتحرك النجم ـ فى هذا الإتجاه أو ذاك ـ فوق الفرع الأفقى فلابد له أن يعبر المنطقة التى توجد بها المتغيرات من نوع RR السلياق . وفى الحقيقة فإن هذه المنطقة عبارة عن الإمتداد السفلى لشريط القيفاويات ، الذى تنبض كل ما فيه من نجوم .

التطور وشكل هرتز سبرنج ـ رسل للحشود النجومية : كما نوهنا عاليا فإن الحشود النجومية ملائمة بصوره خاصة للمقارنة بين النظرية والأرصاد . وتجرى المحاولة بصورة خاصة للحصول من التطورات المحسوبة على إيضاح للتركيب المميز للحشود النجمية فى شكل هرتز سبرنج ـ رسل . إن لكل من الحشود النجومية الحديثة العمر جدا والحشود المفتوحة والحشود الكروية أشكالا تختلف عن بعضها البعض . فى حالة الحشود النجمية الحديثة العمر جدا نجد أن التتابع الرئيسى مملوء من أعلى (النجوم كبيرة الكتلة) . وتقع النجوم صغيرة الكتلة على النقيض من ذلك ناحية اليمين وإلى أعلى التتابع الرئيسى ، لأنها لاتزال فى حالة الإنكماش ، ولم تصل بعد إلى التتابع الرئيسى .

وبالنسبة للحشود العادية المفتوحة فإن الجزء السفلى من التتابع الرئيسى فى HRD مملوءا حتى ما يسمى الإنحناء . وهذا الجزء السفلى يحتوى على النجوم صغيرة الكتلة التى لم تجد منذ نشأتها وقتا كافيا كى تتطور بعيدا عن التتابع الرئيسى . وبعد نقطة الإنحناء نجد أن التتابع الرئيسى على العكس من ذلك خاليا ، إلا أنه يوجد بالقرب من ذلك بعض النجوم ، التى تجولت إلى أعلى ناحية اليمين خلال تطورها . وتعطى النظرية قيمة كتلة النجم التى تنتمى إلى قوة الإشعاع عند نقطة الإنحناء ، كما تعطى فوق ذلك العمر الذى تبدأ عنده هذه الكتلة فى التجول ناحية اليمين . من هنا يمكن إستنتاج عمر الحشد من قوة الإشعاع عند نقطة الانحناء . وللحشود النجمية فى شكل هرتز سبرنج ـ رسل فجوة واضحة إلى اليمين ثم يتبعها عدد من النجوم فى منطقة العمالقة الحمر . وهنا تنعكس طرق التطور تماما بالنسبة للنجوم كبيرة الكتلة ، إلا أنها تمكنت فقط من التطور بعيدا عن التتابع الرئيسى ، لأنها تتطور بسرعة أكبر كثيرا عن النجوم صغيرة الكتلة . وتمثل الفجوة التطور السريع ، الذى يحدث أثناء إنكماش المنطقة المركزية وتمدد الغلاف الخارجى بين إحتراق كل من الهيدروجين والهليوم .

تعد الحشود الكروية أكبر الحشود عمرا . لهذا فإن شكل هرتز سبرنج ـ رسل يبدو مختلفا ففيها نجد أن أسفل جزء من التتابع الرئيسى مليئا بالنجوم عند النجوم التى تبلغ كتلتها حوالى كتلة الشمس أو أقل . والنجوم التى تزيد كتلتها عن كتلة الشمس أتيح لها من الزمن ما يكفى لكى تتجول بعيدا عن التتابع



(٣) مقارنة بين نتائج حسابات النماذج النظرية لتطور الحشود النجومية (إلى اليسار) بأرصاد حشود نجومية مختلفة (إلى اليمين) ويتضح من الشكلين مدى التطابق الكبير بين النظرية والأرصاد.

الرئيسى، الشئ الذى يشير إلى العمر الطويل للحشد. وعلاة على ذلك توجد نجوم فى شريط يحيد إلى اليمين فوق نقطة الإنحناء. ولا يصل هذا الشريط بعيدا إلى اليمين (فغير بعيد من هنا يوجد خط ـ هاياشى، ويحدد المنطقة المسموح بها من HRD)، وإنما ينحنى بحده إلى أعلى. ويناسب هذا الشريط جيدا التطور الذى شرحناه لنجم كتلته ١٫٣ قدر كتلة الشمس، فتطور النجوم الموجودة فى الفرع الصاعد فى مرحلة فلاش الهليوم. والفرع الصاعد فى HRD للحشود الكروية عباره عن تتابع وتجسيد لخط ـ هاياشى. وأخيرا فإن للحشود الكروية فى HRD فرع عمالقة أفقى منفصل، من المحتمل أن توجد به النجوم فى مرحلة الإحتراق الهادئ للهليوم.

تظهر الأنواع المختلفة من HRD للحشود المختلفة فقط كنتيجة للأعمار المختلفة جدا فى هذه الحشود. ويمكننا التحقق من الإنعكاس الجيد الذى تعطيه الحسابات لأشكال هرتز سبرنج ـ رسل عن طريق الحشد الصناعى الذى قام النظريون بحسابه. ولهذا الغرض تم إقتراض، أن كل نجوم الحشد الصناعى قد نشأت فى نفس الوقت عند العمر ـ صفر، ثم بدأت إنكماشها عند خط ـ هاياشى، بعد ذلك أخذت النجوم فى الزحزحه على طول مسار تطورها حسب سرعات التطور المحسوبة. وبذلك فإن شكل هرتز سبرنج ـ رسل لهذا الحشد الصناعى يتغير بإستمرار. وبالنسبة لقيمة الأعمار المختلفة فقد رُسمت صورا لحظيه للشكل (شكل ٣). وهذه تصف بوضوح الأشكال المميزه فى HRD لعديد من أنواع الحشود.

يحدث تغيير فى كتلة نجم ما فقط فى مقاطع معينة من تطوره وفى أنواع من النجوم بذاتها. ولهذه الظاهرة تأثير كبير على التطور اللاحق للنجم أو على مظهره. يرجع ذلك إلى أن التطور للكتل المختلفة يمكن أن يكون مختلفا، وأنه حتى الأغلفة الخارجية الصغيرة التى يطردها النجم يتم إثارتها حتى الإضاءه فترى بصورة جيدة.

إن كل نجم يفقد أولا فى أثناء إشعاعة للطاقة كل ثانية كتلة كبيرة بالنسبة للمقاييس الأرضية. ومرجع ذلك هو كون كل طاقة مكافئة لكتلة معينة. وبالمقارنة

بكتلة النجم فإن هذا الفقد من الكتلة قليل بدرجة يمكن إهماله : فالشمس تفقد خلال إشعاعها كل ثانية ٤٫٣ مليون طن ، الشئ الذى يصنع على مدى ١٠ بليون سنه ٠٫٠٧ ٪ فقط من كتلة الشمس .

وهناك فقد آخر فى الكتلة يبدو أنه مؤثر بدرجة كبيرة فى حياة النجم ، وذلك هو ما يحدث أثناء إنفجارات السوبر نوفا وأثناء تكوين السدم الكوكبية . خلال ذلك تصبح أجزاء من النجم غير مستقرة وتنزلق منه أغلفة ذات كتل غير بسيطة . وهناك فقد بطئ فى الكتلة («الرياح النجمية») تحدث فى حالة كثير من العمالقة الحمر . كما يتضح من الأرصاد . وتعطى كل من الحسابات فقد كتلة متشابه مع الأرصاد (وإن كان قليلا بعض الشئ) أيضا فى حالة الشمس ، وهو ما يسمى بالرياح الشمسية . كذلك فإنه معروف من الأرصاد أن كثيرا من النجوم كبيرة الكتلة (النوع الطيفى O ، B) تطرد أغلفة رقيقة ، تثار حتى درجة الإضاءة وتعلن عن نفسها خلال خطوط الإنبعاث التى تنطبع على طيف النجم . ويأتى فقد المادة هذا من سطح النجم بسبب الدوران السريع للنجوم . خلال ذلك تحدث قوى طرد مركزية ناحية الخارج تستطيع التغلب على قوة الجذب . ونجوم التتابع الرئيسى كبيرة الكتلة جدا (حوالى ١٠٠ مره قدر كتلة الشمس) غير مستقرة ، ويحدث لها مع الزمن تذبذبات من أقل إضطراب . ويظل ذلك يحدث حتى تصل الموجات الإصطدامية إلى السطح وهناك تتسبب فى طرد مادة . فى أثناء ذلك تفقد الذبذبات طاقة تتوقف على أثرها الذبذبات البسيطه ذات الفقد البسيط من الكتلة . ونتوقع أن تتوزع هذه المادة حول سطح النجم وأن تثار لدرجة الإشعاع معلنه عن نفسها . ومن المحتمل أن تنشأ المتغيرات الشبيهة بالنوفا بهذه الطريقة .

فى حالة المزدوجات المتلاصقة من النجوم يحدث تبادل كتلة شديد بين المركبتين : يعطى النجم الرئيسى جزءا كبيرا من كتلته إلى تابعه . وهذا التطور تم حسابه لعديد من الأمثلة (إنظر بعده) .

يمكن أن تحدث زيادة فى الكتلة من تجميع النجم لمادة ما بين النجوم ، لكن ذلك يحدث بطريقة ملحوظة فقط تحت ظروف متطرفة (←—— نظرية التجمع) .

تطور المزدوجات النجومية المتلاصقة : من المؤكد أن نجمين مثل هذا الزوج قد نشئا فى نفس الوقت ، ومن هنا فعمريهما متساويان . ويمكن أن يسهل ذلك من تعليل تطورهما الحالى ، خصوصا وأنه يمكننا من حركتهما حول مركز ثقلهما المشترك تعين كتلتهما . وعلى الرغم من ذلك فقد أعطت الأرصاد (←—— النجوم المزدوجة) لبعض الأنواع نتائج مضلله . فى ما يسمى بالمجموعات النصف متلاصقة نجد أن النجم الأكبر (النجم الرئيسى) لا يزال نجما تتابعيا غير متطور . بينما النجم صغير الكتله (التابع) قد تطور إلى عملاق أحمر . إن ذلك يبدو مناقضا لأسس نظرية تطور النجوم : التى تقضى بأن النجم يتطور بسرعة أكبر كلما إزدادت كتلتة . وتقابلنا نفس الصعوبة فى مثل هذه المزدوجات تقريبا مثل مجموعة الشعرى اليمانيه ، التى تحتوى على نجم تابع رئيسى كبير الكتلة مع قزم أبيض صغير الكتلة ، إنتهى من كل تطوره تقريبا . وقد أمكن حديثا فقط إيجاد تعليل لهذه الصوره .

يأتى الإختلاف فى التطور بين النجوم المنفرده والمزدوجة من أن نجما منفردا يمكنه التمدد بحرية بخلاف النجم المتطور فى المجموعة المزدوجة ؛ والأخير يعطى كتلة إلى تابعه بعد أن يتمدد إلى درجة معينه . فى أثناء هذا التمدد يقترب النجم الرئيسى بأجزاءه الخارجية من التابع وحتى إلى المنطقة التى تتغلب فيها جاذبية الأخير . خلال ذلك تجرى هذه الطبقات إلى التابع تاركه النجم الرئيسى ؛ أى أن النجم الرئيسى يفقد كتلة فيكتسبها التابع .

كمثال لذلك نذكر حساب تطور مزدوج متناسق كتلتية الأصلتين ١٫٤ ، ١٫١ قدر كتلة الشمس . يبدء كل النجمين على التتابع الرئيسى كنجم غير متطور .

يفقد النجم الكبير الكتلة هيدروجينة بسرعة أكبر من تابعة . هذا النجم الرئيسى يتطور بالضبط مثلما ذكرنا قبل ذلك لنجم كتلته ١ر٣ قدر كتلة الشمس : تنكمش المنطقة المركزية للهليوم فى الوقت الذى تتمدد فيه الطبقات الخارجية من النجم فيصير النجم عملاقا احمر . فى أثناء هذا التمدد تصل الطبقات الخارجية إلى نطاق جاذبية التابع فتسرى المادة إليه من النجم الرئيسى . وقد أوضحت الحسابات أنه فى وقت قصير نسبيا (لقياس زمنى حرارى) تعبر كتل كبيرة بحيث يصبح النجم الرئيسى أقل كتلة من التابع : وتنعكس بذلك الأدوار بين النجم الرئيسى والتابع . فالرئيسى حاليا (أى التابع عند البداية) لا يزال غير كبير التطور ، بينما التابع الحالى (أى النجم الرئيسى عند البداية) قد بلغ فى تطوره مرحلة العملاق الأحمر ، تماما كما يتضح من الأرصاد لما يسمى بالمزدوجات نصف المتلاصقة . وعند هذا الحد لا يقف انتقال الكتلة . فالتابع الحالى يستمر فى تمدده ويفقد بذلك كتلا أكبر من سطحة حتى يفقد كل غلافة الخارجى الذى يحتوى على الهيدروجين . ومن النجم الرئيسى عند البداية تبقى فقط منطقة الهيليوم المركزية ، التى ظلت تنكمش معظم الوقت . وعن طريق الإنكماش أصبحت هذه المنطقة كثيفة لدرجة حادت فيها المادة مثلما يحدث فى داخل قزم أبيض . يتطور بذلك باقى النجم الذى كان رئيسيا أولاً بشكل ظاهرى وبسرعة إلى قزم أبيض وهو النوع من النجوم الذى نشاهده ـ مثلما ذكر ـ حقيقة فى عديد من النجوم المزدوجة .

أمكن بذلك أساسا تعليل كيفية تطور النجوم المنفردة إلى اقزام بيضاء : فقد كانت هذه النجوم أولا كبيرة الكتلة جدا عما هى عليه الآن ثم انتهت بسرعة كبيرة نسبيا من عمليات الاحتراق النووى فى مناطقها المركزية . ثم انكمشت هذه المناطق المركزية بعد كل احتراق نووى حتى صارت المادة فيها غاية فى الكثافة وتكون فى الأعماق الداخلية للنجم كبير الكتلة إلى حد ما قزم أبيض . ومن الواضح أنه حدث بعد ذلك عن طريق انفجار مازلنا نجهله أن انطلقت الأغلفة الخارجية للنجم وبقى القزم الأبيض الذى تكون فى المنطقة المركزية .

إن نتائج تطور النجوم المزدوجة تبدو مختلفة للمزدوجات المختلفة فى الكتلة والمسافة الفاصلة بينهما . ومن المحتمل أن يمكن عن طريق ذلك تعليل الملامح الخاصة وغير المفهومة لعديد من أنواع النجوم . فمثلا يعطى تبادل الكتلة فى بعض النجوم ذات الكتلة الكبيرة نجوما بالغة السخونة وعالية فى قوة إشعاعها ، مشابهة لنجوم «وولف ـ رايت» التى نشاهدها . فإذا فقد النجم كل غلافه الهيدروجينى أثناء إحتراق الهيدروجين ، فإننا نرى بعد ذلك طبقات كانت توجد من قبل فى الأعماق البعيدة من النجم . وهناك حدثت قبل ذلك تفاعلات نووية غيرت فى التركيب الكيماوى للمادة . ويمكن أن يعلل هذا ظهور الخصائص فى التركيب الكيماوى لمعظم النجوم .

أخيرا نلقى نظرة ثانية على النجم المزدوج الذى شرحناه سابقا والذى تكون فيه قزم أبيض . فالنجم الرئيسى حاليا أصبح كبير الكتلة جدا بفعل تبادل المادة ومن هنا فإنه يتطور بسرعة . أثناء ذلك يتمدد ويدفع من جانبه بالماده فى نطاق جاذبية القزم الأبيض . أى يحدث إعادة للماده . والآن فإن للقزم الأبيض بسبب مقاييسه مجال جاذبية قوى بالقرب من سطحه . وما يسقط على سطح القزم الأبيض من مادة يتم إسراعها جدا فتكتسب طاقة حركة كبيرة . وأخيرا لابد أن تتحول هذه الطاقة إلى طاقة إشعاع يتم إنبعاثها . ومن المحتمل أن ينشأ فى أثناء ذلك كثيرا من الإشعاع قصير الموجه ، بحيث يمكن إعتبار هذا النوع من النجوم كمنابع لأشعة رونتجن . بالإضافة إلى هذا

ينشأ أثناء ذلك عدم إستقرار فى النجم ، يؤدى إلى إنفجار لحاق . وفى الحقيقة فإننا نعرف نوعا من النوفا المتكررة ، التى هى عباره عن نجوم مزدوجة أحد نجميها قزم أبيض . ولا تزال هذه المجالات غير تامة الدراسة من الناحية النظرية .

التعادل الإشعاعى

radiative equilibrium
équilibre raditif *(sm)*
Strahlungsgleichgewicht *(sn)*

← التركيب الداخلى للنجوم .

التعادل الميكانيكى

mechanical equilibrium
équilibre mecanique *(sm)*
mechanisches Gleichgewicht *(sn)*

← التركيب الداخلى للنجوم .

تعيين المحل

position determination
détermination de la position *(sf)*
Ortsbestimmung *(sf)*

← التحديد الجغرافى للمكان .

تعيين المدار

determination of orbit
détermination d'une orbite *(sf)*
Bahnbestimmung *(sf)*

أحد فروع الميكانيكا السماوية الذى يهتم بإستخراج مدارات الأجرام السماوية من خلال مواقعها المرصودة . ونعنى بذلك فى الغالب تحديد مدارات الأجسام الحديثة الإكتشاف فى المجموعة الشمسية .

تأتى صعوبة تحديد مدارات أجسام المجموعة الشمسية (الكواكب والكويكبات والمذنبات) من كونها تدور حول الشمس ، بينما مواقعها على الكره السماوية تتعين من على الأرض التى تدور بدورها حول الشمس . من هنا فإن المدار الظاهرى على الكره السماوية لجرم سماوى مُشاهد من الأرض ليس فقط صوره للمدار الحقيقى حول الشمس ولكنه متأثر أيضا بحركة الأرض حول الشمس . وهناك عيب آخر ينشأ من أن أرصادنا للأجرام السماوية المراد تعيين مداراتها لا تُحدِّد أبعادها عن الأرض بل إتجاهاتها فقط أى زوايا على الكره السماوية تبين الموقع . ولو أن مسافات الأجرام السماوية عن الأرض معروفة فى الأوقات المختلفة بالإضافة إلى إتجاهاتها لأصبح من السهل تعيين مداراتها وذلك لمعرفتنا بمدار الأرض حول الشمس . (يرجع عدم معرفة المسافات إلى أن الكويكبات والمذنبات حديثة الإكتشاف قد رصدت فى الغالب من مرصد واحد بينما يحتاج التحديد الدقيق للأجرام السماوية فى المجموعة الشمسية أرصادا على الأقل من مرصدين يبعدان عن بعضهما بمسافة كبيرة ومعروفه بدقه) .

أدى ما توصل إليه علم الميكانيكا السماوية من قواعد لحركة جسمين حول بعضهما إلى سهولة تعيين المدارات . ويستوجب قانون الجاذبية فى شأن حركة جسمين خاضعين لقوة جذب كتليهما فقط ولايؤثر عليها قوى أخرى ، أن تكون هذه الحركة فى قطاعات مخروطية أى دوائر أو قطع ناقص أو قطع مكافئ أو قطع زائد . وكما نستنتج من الدراسات فإن شكل وحجم ووضع المدار فى الكون وكذلك موقع الجرم السماوى فى وقت ما يمكن تحديدها فى أغلب الأحوال ، إذا كان الجرم السماوى متحركا فى قطع ناقص ، وذلك بمعلومية سته أبعاد تمثل ← عناصر المدار وينطبق هذا على سبيل المثال بالنسبة لمدارات الكواكب والكويكبات . وتعتبر مشكلة تعين المدار منتهية عندما نتوصل لتحديد قيمة هذه الأبعاد السته . ويتطلب هذا ستة رصدات مستقله عن بعضها تماما ، ويمكن الحصول عليها أيضا بواسطة ثلاث رصدات مواقع مستقلة . وبذلك نحصل على ثلاث قيم للمطلع المستقيم وثلاث إنحرافات عن خط الإستواء للجرم السماوى (= ٦ معلومه) ، وكذلك أزمان المشاهده الثلاثه التى حددنا لكل منها المطلع المستقيم والإنحراف عن خط الإستواء . ويضاف إلى ذلك موقع الأرض عند كل نقطة زمنية .

والطريقة المباشرة لتعيين المدار تتلخص فى محاولة تحديد مسافات الجرم السماوى عن الأرض بطريقة مقربه من خلال خطوات متتابعة . ويجب أن تستوفى نقط الأرصاد شرطين ؛ إذا لابد أن تقع الثلاث نقط ـ التى تقاس إحداثياتها على إعتبار مركزية الشمس ـ فى مستوى يحتوى كذلك الشمس . وتلك إحدى خصائص حركة جسم حول آخر فى المجموعة الشمسية ، عندما لايوجد ثالث يسبب الإضطراب . والشرط الثانى أنه فى أثناء حركة جرم سماوى حول الشمس فلابد من إستيفاء قانون المساحة الذى يقطع تبعا له خط الاتصال بين الجرم السماوى والشمس مساحات متساوية فى أزمنة متساوية أى أن المواقع الثلاثة المرصودة لابد أن تحقق شرط الاستواء وشرط ديناميكية المدار بحيث تحقق قانون المساحة . نحاول بعد ذلك تعيين المسافة إلى الجرم السماوى من خلال الخطوات المتتابعة لكل رصدة من الأرصاد . ويمكننا إجراء ذلك فقط بطريقة تقريبية لكون المعادلات من الدرجة السابعة أو الثامنة وبهذا فإن الشرطين يتحققان فقط بطريقة تقريبية . ومن خلال التحسينات يمكن الحصول على قيم للمسافات قريبة من الحقيقة بحيث يتحقق الشرطان بالدقة الكافية بعد ذلك وبمعونة ما حصلنا عليه من مسافات الجرم السماوى يمكننا تعيين عناصر المدار تحديدا واضحا .

وإذا ما أردنا تحديد مدار مؤقت لكويكب حديث الاكتشاف بحيث يمكن من ذلك حساب موقعه على الكرة السماوية فى الأيام اللاحقة ، فإننا نكتفى بتحديد مدار دائرى من خلال رصدتين ، لأن المدار الدائرى يتعين موضعه بمعلومية أربعة عناصر . والدقة فى هذه الحالة ليست كبيرة حيث أننا إستخدمنا جزءا صغيرا فقد من المدار . وعلى الرغم من ذلك فإن هذه تمكننا من إجراء الحسابات الزمنية . أما إذا تواجدت عندنا ثلاثة أرصاد منفصله ومتقاية من بعضها البعض فإنه يمكننا تعيين مدار القطع الناقص . ولتعيين **المدار الحقيق** يلزم أن نأخذ فى الإعتبار إضطرابات المدار التى قد تنشأ نتيجة لتأثير الكواكب الكبيرة (← الإضطرابات) . فى هذه الحالة لابد من تحديد عناصر المدار وكذلك تغيرها الزمنى .

نستطيع تعيين المدارات كبيرة الإهليجية للمذنبات عن طريق خمسة أرصاد ، حيث أن ذلك يتطلب خمسة عناصر فقط تحقق القطع الكامل تماما . فإذا حدث وكانت، الإختلافات كبيرة بين النتائج والأرصاد يصبح من الضرورى تعيين مدار على شكل قطع ناقص .

كان « كبلر » (فى عام ١٦٠٩) هو أول من تمكن من إستنتاج مدار كوكب حول الشمس . وكان ذلك هو كوكب المريخ . بعد ذلك أعطى كل من « لاجرانج » و « لابلاس » طرقا رياضيه للحل وإن كان التحليل العددى فى غنى عنها . وعلى النقيض من ذلك كانت طريقة « أولبر » التى أعلنها عام ١٧٩٧ لتحديد مدار المذنب عملية لدرجة أنها تستعمل حتى الآن . وقد حمل إكتشاف كويكب سيرس وإفتقاده السريع « جاوس » (١٨٠٩) إلى عمل طريقة لتعيين المدار تتطلب فقط ثلاثة أرصاد لتحديد عناصر المدار عموما . ولازالت هذه الطريقة تمثل حتى الآن أساسا لتحديد المدارات فى القطاعات الناقصة .

تتعين مدارات الأقمار الصناعية وسفن الفضاء بنفس الطرق وإن كانت دراسة مدارات هذه الأجسام أسهل نظرا لمعرفتنا المسبقة بها قبل إنطلاق تلك الأجرام الصناعية ، وما علينا إلا أن نتحكم فقط فى بلوغها الهدف . علاوة على ذلك فإنه من الممكن تحديد مسافاتها بدقة كبيرة لوجودها فى الغالب فى مدار قريب من الأرض . ومن ناحية أخرى فإن مدارات الأقمار الصناعية وسفن الفضاء تعانى من الإضـطـرابـات (← قمر صناعى أرضى) نتيجة لقربها من الأرض ولهذا فإن المدار يتغير بسرعة .

وخارج المجموعة الشمسية يجرى أيضا تحديد مدارات وذلك فى حالة ← النجوم

المزدوجة . والتى تختلف أرصادها كثيرا عن أجسام المجموعة الشمسية . وتبعا لذلك تختلف الطرق المطبقة لتعيين مداراتها .

التغير

variation
variation *(sf)*
Variation *(sf)*

(١) إضطراب فى ← حركة القمر .

(٢) التأرجح اليومى أو السنوى فى شيوع ← الشهب .

تغير الإختلاف المركزى (لمدار القمر)

evection
évection *(sf)*
Evektion *(sf)*

← إضطراب حركة القمر .

تغير الأطوار

change of the lunar phases
variation des phases de la lune *(sf)*,
changement des phases de la lune *(sm)*
Phasenwechsel *(sm)*

← الأطوار .

تغير الضوء

light variation
variation lumineuse *(sf)*
Lichtwechsel *(sm)*

هو تغيير اللمعان الظاهرى لجرم سماوى مع الزمن ، على سبيل المثال للقمر وللنجوم المتغيره .

التغير الفجائى (الأديابانى)

adiabatic
adiabatique
adiabatisch

هو تمييز لتغيير الحالة الطبيعية (مثل درجة الحراره والضغط والكثافة) لكتلة غازية بحيث لا يحدث تبادل حرارى بينها وبين الوسط المحيط بها .

تغير مسار الضوء

deflection of light
déviation des rayons lumineux *(sf)*
Lichtablenkung *(sf)*

هو ما تنبأت به ← نظرية النسبية من تغيير فى مسار ضوء النجوم أثناء مروره فى مجال جاذبية الشمس . الشئ الذى يلاحظ أثناء كسوف الشمس .

التغير من المركز إلى الحافة

center - limb variation
variation centre - bord *(sf)*
Mitte - Rand - Variation *(sf)*

هى الفروق بين ما يصل من ضوء مركز قرص الشمس وما يصل من عند حافتها من إشعاع ، ← الشمس .

تفاعل بروتون - بروتون

proton - proton reaction
réation proton - proton *(sf)*
Proton - Proton (H - H) Reaktion *(sf)*

← إنتاج طاقة النجوم .

تفاعل ساليبتر

Salpeter reaction
reaction de Salpeter *(sf)*
Salpeter - Prozess *(sm)*

هو تفاعل نووى يتسبب فى ← إنتاج طاقة النجوم ، وقد سمى هذا التفاعل تبعا لمكتشفه «ساليبتر» .

التفريق

resolving power
pouvoir de résulution (séparateur) *(sm)*
Dispersion *(sf)*

هو ← التحليل .

التفصيل (أو القدره على التحليل)

resolving power
pouvoir de resolution (separateur) *(sm)*
Auflösungsvermögen *(sn)*

هو عباره عن مقياس لقوة تفريق ← المنظار أو ← أجهزة الفلك الراديوى أو المطياف .

التقدير السلمى

step method
méthode des degrés (d'Argelandre) *(sf)*
Stufenabschätzung *(sf)*

هو طريقة بسيطة أدخلها «أرجيليندر» فى الفلك لتقدير اللمعان غير المعروف لنجم ما بالمقارنة بنجوم أخرى . ويتم ذلك بأن يقدّر لمعان النجم على

مقياس يتم معايرته على نجوم معروفة اللمعان ؛ ولذلك فإن المقياس يختلف من راصد إلى آخر . ويبلغ كل سُلَّم حوالى ١ر٠ قدرا . وبجانب تعيين لمعان النجوم فى السماء فإن التقدير السلمى يمكن إستخدامه أيضا لتحديد درجة سواد أقراص النجوم على الصور الفوتوغرافية (← الفوتومتر) . ودقة هذه الطريقة ليست عالية جدا ؛ وتقدر بحوالى سُلَّمه أى ١ر٠ قدرا .

التقسيم الطيفى

spectral classification
classification spectrale *(sf)*
Specktralklassifikation *(sf)*

هو ترتيب طيف النجوم فى ← الأنواع الطيفية ؛ وفى حالة التقسيم الثنائى تنتظم النجوم بالإضافة إلى الطيف أيضا بالنسبة لنوع القوة الإشعاعية .

تقسيم هارفارد

Harvard classification
classification de Harvard *(sf)*
Harvard - Klassifikation *(sf)*

نظام لتقسيم أطياف النجوم تم عمله فى مرصد هارفارد (الولايات المتحدة الأمريكية) ؛ ← النوع الطيفى .

التقويم

calender
calendrier *(sm)*
Kalender *(sm)*

هو تقسيم الزمن إلى فترات كبيرة تبعا لوجهة النظر الفلكية . وهناك إمكانيات مختلفة لعمل مثل هذا التقسيم ، أى أنه توجد تقاويم مختلفة ، إلا أنها جميعا تستعمل فترات زمنية كأساس لها وأصغر فترة زمنية فى التقويم هى اليوم ويليه فى الكبر الشهر الإقترانى ، وهو عبارة عن الفترة الزمنية بين حدوث طور أو وجه واحد للقمر مرتين ، الشىء الذى اعتبر ـ بعض النظر عن بعض الشذوذ ـ أساس لكل التقاويم القديمة . ولا يحتوى الشهر الاقترانى على عدد كامل من الأيام وإنما على ٢٩٫٥٣٠٦ يوما ، ولذلك تمر شهورا مختلفة الطول فيكون إحداها ٢٩ يوما وما يليه ٣٠ يوما ثم ٢٩ يوما وهكذا نجد ١٢ شهرا إقترانيا ستة منها بأطوال ٢٩ يوما والستة الأخرى بأطوال ٣٠ يوما وتعطى جميعها ٣٥٤ يوما بينما يكون مجموع طول ١٢ شهرا إقترانيا **سنة قمرية** طولها ٣٥٤٫٣٦٧ يوما . وحيث أن السنة القمرية لا تحتوى فقط أيام كاملة فإنه ينتج عن ذلك أن تتابع سنين ذات أطوال مختلفة ، أى لابد من إدخال سنوات كبيسة حتى يحدث تطابق بين السنين التقويمية والقمرية . والسنة القمرية لاتعتمد على دورة الشمس الظاهرية وتقتصر عن السنة المدارية بنحو ١١ يوما . والسنة المدارية هى الفترة الزمنية بين عبورين متتاليين للشمس بنقطة الربيع . ولهذا السبب فإن بداية السنة القمرية تتحرك خلال جميع فصول السنة .

والفترة الزمنية المناسبة والتى تلى الشهر فى الطول هى زمن تكرار فصول السنة ، أى السنة المدارية وطولها ٣٦٥٫٢٤٢٢ يوما . ونظرا لأنها لاتحتوى على عدد كامل من الأيام فإن ذلك يتطلب إدخال سنين كبيسة حتى تبقى بداية العام ثابتة مع تكرار الفصول وحتى نحصل على **سنة شمسية محددة** . فبعد مرور عدد من السنين العادية بطول ٣٦٥ يوما تأتى فى الدورة المنتظمة سنة تزيد يوما ، أى سنة كبيسة . أما إذا بقى طول السنة ثابتا على ٣٦٥ يوما فإن بداية العام تنتقل لال فصول السنة وينشأ من ذلك سنة شمسية متنقلة .

وفى **السنة الشمس قمرية أو القمرية المحكومة** نأخذ فى الإعتبار كل من أطوار القمر وإختلاف الفصول . وفى تلك السنة يدخل شهر إضافى برقم ١٣ لتدارك الأيام التى تكمل السنة القمرية إلى السنة الإستوائية وبحيث تبقى الشهور مطابقة لدورة القمر وتبقى كذلك بداية العام ثابتة إلا من بعض الترنحات البسيطة . ويمكن إجراء نفس الشىء بدورة طولها ١٩ سنة يكون فيها ١٢ سنة كل منها ١٢ شهرا و ٧ سنوات كل منها ١٣ شهرا ، وذلك لأن ١٩ سنة إستوائية

تكاد تعطى ٢٣٥ شهرا إقترانيا ويبلغ الفرق فقط ٠،٨٦٦٦ يوما .

إن أساس التقويم الجريجورى هو سنة ثابتة تماما . وقد كان التقويم السابق لذلك هو **التقويم اليوليانى** . وحيث أن الدورة الكبيسة لسنة الرومان الشمسى قرية كانت إختيارية فقد أدى ذلك إلى عدم إنتظام التقويم كله وقرر السيد الأكبر ، الحاكم الرومانى ، يوليوس قيصر (١٠٠ – ٤٤ ق . م) تعديل التقويم . وتم بالاشتراك مع العالم الإسكندرى سوسيجنز ضبط بداية العام مع أقصر أيام السنة . وفى عام ٤٦ ق . م أضيف إلى ذلك ٦٧ يوما وبذلك أصبح طول العام لأول وآخر مرة ٤٤٥ يوما . بعد ذلك صارت الشهور غير معتمدة على دورة القمر وبأطوال ٣٠ ثم ٣١ يوما على التوالى أما شهر فبراير فأعتبر كشهر ضبط وطوله ٣٠ أو ٢٩ يوما ؛ فبعد ثلاث سنوات طول كل منها ٣٦٥ يوما تأتى سنة كبية طولها ٣٦٦ يوما . وبعد موت «سيسر» أدخلت عن طريق الخطأ سنة كبيسة كل ستين عاديتين . وتحت حكم «أغسطس» (٦٣ – ١٤ ق . م) أعتبرت عمدا ثلاث سنين كبيسة كسنين بسيطة وذلك بغرض التعادل . وعدلت أسماء الأشهر رقم ٥ ، ٦ من التقويم الرومانى القديم إلى يوليو وأغسطس تكريما ليوليوس قيصر وأوجوسطوس وإزداد أغسطس يوما على حساب شهر فبراير . ولا نزال نستعمل أسماء وأطوال الشهور اليوليانية فى تقاويمنا . ويبلغ الطول المتوسط للسنة اليوليانية ٣٦٥،٢٥ يوما . وقد بدأ إحصاء السنين اليوليانية منذ تأسيس مدينة روما وكان ذلك عام ٧٥٣ ق . م .

التقويم الجريجورى :

نظرا لأن السنة اليوليانية طويلة بعض الشيء عنالسنة الإستوائية فإن بداية العام تتزحزح . وقد تراكم هذا الخطأ حتى بلغ ١٠ أيام فى القرن السادس عشر . لذلك شرع البابا جريجورى تعديلا للتقويم يكون فيه الخامس عشر من إكتوبر ١٥٨٢ هو اليوم التالى للرابع من أكتوبر نفس العام ، على أن تكون بداية الربيع فى الحادى والعشرين من مارس كل عام . كما عدل جريجورى كذلك نظام السنوات الكبيسة القديم ، الذى يزيد فيه طول السنه الرابعة يوما بعد ثلاث سنوات بأن إعتبر السنوات التى تكمل قرنا كاملا ولاتقبل القسمة على ٤٠٠ سنوات بسيطة (على سبيل المثال ١٩٠٠ ، ٢١٠٠) . وبذلك يبلغ متوسط طول السنة الجريجوريانية ٣٦٥،٢٤٢٥ يوما . ومنذ حوالى عام ٦٠٧ ق . م توصف السنوات بأنها قبل الميلاد أو بعد ميلاد المسيح (الميلاد) ، وأحيانا يستعمل تعبير قبل بداية حساب الزمن أو من حسابنا للزمن وبإختصار ق . م ؛ ب . م .

التقويم المصرى :

يرتكز التقويم المصرى على السنة الشمسية المتحركة ، التى تحتوى على ١٢ شهرا كل منها ٣٠ يوما بالإضافة إلى ٥ أيام نسىء . وفى خلال ١٤٦٠ سنة يوليانية (دورة سوثيس أو دورة نجم الكلب ؛ سوثيس = الشعرى اليمانية أو نجم الكلب) تكون بداية السنة قد مرت بجميع الفصول ، بحيث أنه بعد هذا العدد من السنين تكون بداية السنة المصرية مع الشروق الإحتراق للشعرى اليمانية . ومنذ عام ٢٣٨ ق . م أصبح يضاف يوم لكل أربع سنوات بحيث تثبت بداية العام مع الفصول . وقد عمل «سيسر» بهذه القاعدة أيضا فى تقويمه .

التقويم الهجرى :

يرتكز التقويم الهجرى على السنة القمرية فقط وله دوره تغير قدرها ٣٠ سنة . وبصرف النظر عن الشهور توجد أسابيع طول كل منها ٧ أيام يبدأ كل يوم بغروب الشمس . أحصى التقويم الهجرى بالنسبة لإنتقال سيدنا محمد من مكة ، والذى حدث فى ١٦ يوليو عام ٦٢٢ ميلادية . وهناك قاعدة حسابية تقريبية يتم على أساسه الحساب المسبق للعام

الهجرى ، على أن تصحح بعد ذلك تبعا للرؤية خاصة فى بداية شهور العبادات المتميزة مثل شعبان ورمضان وذى الحجة والمحرم . وترتكز هذه القاعدة على دوره طولها ٣٠ عاما منها ١٩ عاما بسيطة (أى طول كل منها ٣٥٤ يوما) ، و١١ عاما كبيسة (أى طول كل منها ٣٥٥ يوما) . وتعطى الشهور أرقاما بدءا بالمحرم رقم ١ ثم صفر رقم ٢ وهكذا حتى ذى الحجة رقم ١٢ . وأطوال الشهور الفردية ٣٠ يوما والزوجية ٢٩ يوما ما عدا فى السنة الكبيسة يكون طول الشهر رقم ١٢ (ذى الحجة) ٣٠ يوما . والسنين الكبيسة فى هذه الدورة هى أرقام ٢ ، ٥ ، ٧ ، ١٠ ، ١٣ ، ١٦ ، ١٨ ، ٢١ ، ٢٤ ، ٢٦ ، ٢٩ . أما باقى السنين فهى بسيطة . وقد بدأت الدورة الأخيرة عام ١٣٨١ هجرية . والخطأ فى هذه القاعدة الحسابية صغير ولا يتعدى يوم خلال العام . والتقويم الهجرى لا يعتمد على الحساب فقط وانما يشترط إلتماس رؤية الهلال يوم التاسع والعشرين من الشهر فإن ثبتت رؤيته بعد غروب الشمس كان اليوم التالى هو بداية الشهر الجديد ، وإلا فهو المتمم لأيام الشهر ثلاثين يوما . وقد وافق يوم ٢٦ سبتمبر عام ١٩٨٤م بداية عام ١٤٠٥ هجرية .

التقويم اليهودى :

يرتكز التقويم اليهودى على السنه الشمس قمرية . وقد طرأت عليه تحسينات فى عام ٣٣٨ بحيث لم يعد يتحدد بداية الشهر عن طريق رصد القمر (كاول وقت يمكن فيه مشاهدة هلال القمر بعد ميلاده) وإنما يتم هذا التحديد حاليا عن طريق الحسابات وفى النظام الدورى كل ١٩ سنه فإن السنوات أرقام ٣ ، ٦ ، ٨ ، ١١ ، ١٤ ، ١٧ ، ١٩ سنوات كبيسه . ويمكننا التمييز فى هذا التقويم بين السنوات البسيطة وطول كل منها ٣٥٣ يوما والسنوات المنتظمة وطول كل منها ٣٥٤ يوما ثم السنوات الكبيسة وطول كل منها ٣٥٥ يوما ، وكذلك بعض السنوات الكبيسة التى يكون طول كل منها ٣٨٣ أو ٣٨٤ أو ٣٨٥ يوما .

ويأتى هذا الإختلاف من الأهواء الشخصية فى حساب بداية السنه . وفى هذا التقويم يبدأ اليوم فى الساعة السادسة مساءا . وتحصى السنوات اليهودية منذ «خلق العالم» الذى أعتبر فى ٧ أكتوبر عام ٣٧٦١ ق . م . وقد وافق يوم ٢٦ سبتمبر عام ١٩٨٤م بداية العام ٥٧٤٥ اليهودى .

التقويم اليونانى :

يرتكز التقويم اليونانى على السنه الشمس قمرية . ومنذ عام ٤٣٢ ق . م أدخلت دورة التغيير الميتونيه ، وتبعا لها فإن الأعوام ٣ ، ٥ ، ٨ ، ١١ ، ١٣ ، ١٦ ، ١٩سنوات كبيسة . ومنذ عام ٣٣٠ ق . م كانت هناك دورة تغيير طولها ٦٧ عاما أدخلها «كاليبوس» . وكان الأسبوع مكونا من عشرة أيام يبدأ فيها اليوم من غروب الشمس . وتحصى السنين بالنسبة للدوره الأولمبيه التى إستمرت أربع سنوات وبدأت فى ٨ يوليو عام ٧٧٦ ق . م .

إن أبسط تقويم هو العدد المتسلسل للأيام بدون إنقطاع وهذا ما إقترحه «سكيلجر» فى عام ١٥٨٢ **ويعرف ذلك فى الفلك باسم (والد سكيلجر)** بالتاريخ الجوليانى (J.D) . وترجع بساطة هذا التقويم إلى سهولة إيجاد فرق الزمن بين الفترات الزمنية الموجودة فى أكثر من عام . يبدأ اليوم فى هذا التقويم عند الساعة ١٢ بالتوقيت العالمى وذلك منذ بداية يناير عام ٤٧١٣ ق . م . وأول يناير عام ١٩٨٥ الساعة ١٢ بالتوقيت العالمى هو المناظر لليوم ٢٤٤٦٠٦٧ بالتاريخ الجوليانى (← الجدول VIII فى الملحق) .

تقويم بحرى

Nautical Almanac

← حوليه فلكيه .

التقويم الفلكى

Astronomical Ephemeries

← حوليه فلكيه .

التكبير

magnification
grussisement *(sm)*, **grandissement** *(sm)*
Vergrösserung *(sf)*

المنظار.

تكتيت

tectite
tectite *(sf)*
Tektit *(sm)*

هو كتلة كروية خضراء فى الغالب ومكونة من مادة صعبة الإنصهار وتتكون ثلاثة أرباعها من أكسيد السيلكون $Si\ O_2$. وجدت هذه التكوينات فى أماكن معينه من الكره الأرضية. وحسب المكان الذى وجدت فيه فإننا نميز **المولدافيت** (تشيكو سلوفاكيا) **والأستراليت** (أستراليا) **والبليتونيت** (إسم جزيرة بيلتونج فى أندونسيا). ومن المحتمل أن يكون التكتيت عباره عن تركيبات تكونت أثناء إرتطام نيازك ضخمة بالأرض ؛ فما يتحرر من طاقة فى أثناء مثل هذه العملية يمكن أن تكون كبيرة جدا لدرجة تؤدى إلى تبخر كل كتلة النيزك وجزء من مادة قشرة الأرض ، وفى بعض الحالات ينشأ التكتيت بعد ذلك من البخار المتكاثف. ويحتمل أن يكون ما وجد فى تراب سطح القمر من تكوينات زجاجية كثيرة وكروية الشكل غالبا (← القمر) قد نشأ بنفس الطريقة عند ارتطام النيازك بسطح القمر.

تكثفات الكورونا الشمسية

coronal condensations
condensations coronales *(pf)*
koronal Kondensationen *(pf)*

هى مناطق ساخنة وكثيفة جدا فى ← الكورونا الشمسية.

التلسكوب

Telescopium, Tel *(L)*
telescope
télescope *(sm)*
Fernrohr *(sn)*

(١) تماما مثل ← المنظار.

(٢) إحدى كوكبات نصف الكره الجنوبى التى ترى فى ليالى الصيف مائله على الأفق من خطوط عرض معظم البلاد العربية.

التلسكوب الراديوى

raidotelescope
radiotélescope *(sm)*
Radiotelescop *(sn)*

هو احد ← الأجهزة الفلكية الراديوية.

تلسكوب هال

hale telescope
télescope d'Hale *(sm)*
Hale - Teleskop *(sn)*

هو التلسكوب او المنظار ٥ متر الأمريكى.

التلوين

reddening
rougissement *(sm)*
Verfärbung *(sf)*

هو تغيير توزيع شدة اللمعان فى طيف نجم ما. وينشأ ذلك بفعل الإمتصاص الإنتخابى ← لغبار ما بين النجوم. أى إمتصاص يختلف فى شدته عند الأطوال الموجية المختلفة. وتسمى هذه العلاقة **بقانون التلوين**.

التمدد

expansion
expansion *(sf)*
Expansion *(sf)*

عند تعليل الإزاحة المنتظمة فى الخطوط الطيفية للمجرات الخارجية على أنها راجعة إلى ظاهرة دوبلر. فإن هذا يقودنا إلى إفتراض **تمدد الكون** ، أى إلى إفتراض أن الكون ككل فى حالة تمدد ؛ ← «ظاهرة هبل». ← الكسمولوجى.

التنجيم او علم دلالات النجوم والأجرام السماوية الأخرى

astrology
astrologie *(sf)*
Astrologie *(sf)*

هو عباره عن تعاليم خاطئه تدعى أن ما يحدث على الكره السماوية له تاثير محدود ومعروف على مجرى

الحوادث على الأرض . وتحاول تلك التعاليم على وجه الخصوص إستنتاج طبائع وحياة الأدميين والتنبؤ بها وذلك من أوضاع الأجرام السماوية . يرجع أصل التنجيم إلى علم الهيئة فى الشرق وخصوصا عند البابليونين ، حيث كان قساوستهم فى نفس الوقت فلكيين ومنجمين . وعن هؤلاء جاءتنا مصطلحات التنجيم الجهنمية ولكن بدون أن ترتكز حتى على أقل قدر من الحقائق . وقد ظل الفلك والتنجيم مرتبطان إرتباطا وثيقا حتى فى العصور الوسطى . فقام العالم الفلكى «كبلر» ببعض التنبؤات كى يتمكن من إكتساب قوته ولكن عن غير إقتناع بحقيقة تلك الخرافات . ويرفض علم الفلك الحديث كل أنواع التنجيم رفضا باتا ؛ حيث أن التنجيم لايستند على خبرة حقيقية من جهة ولاتؤيده قوانين طبيعية من جهة أخرى ؛ وبهذا فإن التنجيم غير علمى كلية . إن هذا لايعنى أن التنجيم قد إنقرض ، بل إنه على العكس من ذلك يستعمل فى إبتزاز أقوات ضعاف الإيمان والمتشائمين من الناس وخصوصا فى البلاد الرأسمالية . وفى التنبؤ بسير حياة الناس وطباعهم وفرص الزواج وغيره يستخدم ما يسمى **بالطالع أو الهوروسكوب** وهو عبارة عن رسم لمواقع الكواكب والشمس والقمر على الكرة السماوية عند وقت ميلاد الشخص أو عند الوقت الذى يراد التنبؤ له . وفى حالات كثيرة يقتصر المنجم على الكواكب التى ترى بالعين المجردة . فى هذه الحالة تؤخذ فقط مواقع الأجرام السماوية فى داخل منطقة البروج فى الإعتبار . ومنطقة البروج مقسمة إلى ١٢ قسما متساويا تبدأ من نقطة الإعتدال الربيعى ولكل منها إسم برج من البروج ؛ وهى الحمل والثور والتوأمان والسرطان والأسد والعذراء (السنبلة) ، والميزان والعقرب والقوس (والرامى) والجدى ، والدلو (ساكب الماء) والحوت . وبرج الحمل يحتل تبعا لذلك خطوط الطول البروجية من صفر حتى ٣٠° ، والثور من ٣٠° إلى ٦٠° .. وهكذا . وحيث أن نقطة الإعتدال الربيعى قد تزحزحت نتيجة لترنح الإعتدالين حوالى ٣٠° على الدائرة البروجية فإننا نجد أن برج الثور يقع فى المكان الذى كان يحتوى الحمل سابقا والحمل فى مكان الحوت ... وهكذا . وتنقسم الدائرة البروجية إلى منازل . والمنازل الستة الأولى (مبتدأ من الشرق) تقع تحت الأفق بينما المنازل من السابع حتى الثانى عشر (من ناحية الغرب) تقع فوق الأفق . ويطلق المنزل الأول على البرج ـ الطالع ـ الذى يبدأ فى الظهور فوق أفق المشاهد نتيجة للحركة الظاهرية للكرة السماوية ثم تترتب الأبراج الأخرى فى المنازل المتبقية . وعلى ذلك فإنه فى خلال يوم نجمى يعبر كل برج جميع المنازل فى تتابع تناقصى .

وعند عمل هوروسكوب (طالع) لشخص ما تراعى أوضاع الأجرام السماوية فى المنازل المختلفة وعلى وجه الخصوص وضع الميلاد أى وضع الكوكب الذى تواجد فى وقت ميلاد هذا الشخص فى المنزل الأول ، وهذا يحدد قبل غيره طبائع شخصيته وحظه . ويسمى وضع الأجرام السماوية فى ساعة الميلاد **بالطالع** .

وتأخذ الكواكب والشمس والقمر وكذلك كل منزل وبرج من الأبراج صفات معينة تزداد قوة أو تضعف على حسب ما يوجد بها من أجرام سماوية ذات صفات تتفق أو تختلف مع صفات المنازل أو الأبراج ذاتها . ويسير فى ذلك المتنبىء على نظام معين . فمثلا تعطى البروج على التوالى وبالتبادل صفات ذكور وإناث . ويكون مثلا نتيجة ذلك أن يحصل الثور على صفات إناث ؟

ومن خلال تبديلات متقنة للإحتمالات الكثيرة يمكن إستنتاج أشياء كثيرة تسر صاحبها من مواقع الأجرام السماوية ى المنازل والأبراج ، خصوصا وأن دلالات التنجيم متعددة . وفى مقابل التنبؤات الصحيحة النادرة للتنجيم يقابل الناس بأعداد لا يمكن إحصاؤها من التنبؤات الخاطئة ومن أبسط الدلائل ضد التنجيم أنه لايستطيع بالهوروسكوب أن يفرق بين طالع فرد أو توأم . فلابد أن ينتج عن

التنجيم نفس الصفات ونفس الحظ لكل من فردى التوأم ، لأن وضع الأجرام السماوية لم يتغير كثيرا فى الفترة بين ميلاديهما . هذا فى حين أنه معروف على العكس من ذلك أن التوأمين يختلفان فى الطبائع والمستقبل . كذلك فإنه حسب التنجيم يتساوى أكثر من عشرة آلاف شخص يولدون فى ساعة واحدة على الأرض فى حظهم نظرا لتساوى طالعهم .

ومن حين لآخر يعمد المنجمون إلى إستنتاج حالات الطقس من أوضاع الكواكب وخصوصا القمر . وهذا أيضا مضلل وغير علمى تماما مثل التنجيم .

التنين

Draco, Dra *(L)*
dragon
dragon *(sm)*
Drache *(sm)*

كوكبه كبيره من كوكبات نصف الكره السماوية الشمالى ، تبقى أغلبها فوق الأفق دائما فى خطوط عرض شمال البلاد العربية ، وتكاد تحتوى تقريبا كل الدب الأصغر . وفى التنين يقع القطب الشمالى لدائرة البروج .

تنينى

draconic
draconique
drakonistish

منسوب إلى عُقْدَتى مدار القمر ، وهناك أيضا ← الشهر التنينى أو الدراكونى .

التنينيات

draconids
draconiés *(pm)*
Drakoniden *(pm)*

تيار من الشهب يظهر دوريا فى التاسع من أكتوبر فى كوكبة التنين . وقد نشأت التنينيات من المذنب X III 1923 (جياكوبنى – تسنر) وأنتجت فى عام ١٩٣٣ لعدة ساعات تيار مستمر من الشهب . ويتبع هذا المذنب سحابة شديدة من النيازك .

توابع زحل

Saturn's satellites
satellites de saturne
Saturnmonde *(pm)*

يمتلك زحل ١٧ تابعا (← تابع . الجدول) أكبرها تيتان ويقارن حجمه بكوكب عطارد . وبسبب كبر كتلته وإنخفاض درجة حرارته فإن تتيان يحتفظ بغلاف جوى ، يشابه فى تركيبه الغلاف الجوى لزحل . تتحرك توابع زحل ، باستثناء فوبى ذى الحركة التراجعية ، قريبة من مستوى إستواء الكوكب .

تابعى المريخ

Mars's satellites
satellites des Mars *(pm)*
Marsmonde *(pm)*

للمريخ تابعان هما فوبوس ودايموس (← التابع ، الجدول) وكلاهما يصعب مشاهدته لأنهما صغيران ويبعدان فقط بمسافة بسيطة عن الكوكب . يدور فوبوس حول المريخ على بعد ٢٫٧٧ قدر نصف قطر المريخ بزمن دوران أقل من زمن دوران الكوكب حول نفسه ولذلك يشرق فوبوس بالنسبة للكوكب ناحية الغرب ويغرب ناحية الشرق . وقد أعطت حركة هذين التابعين إمكانية لتحديد كتلة المريخ بدقة .

توابع المشترى

Jupiter's satellites
satellites de Jupiter *(pm)*
Jupitermonde *(pm)*

تم إكتشاف ١٥ تابعا تدور حول المشترى . وكان إكتشاف ألمع أربعة منها (← تابع ، الجدول) على يد جاليلى عام ١٦١٠ . إستغل « رومير » خسوف أقمار جاليلى ، التى يرى دورانها فى نظارة ميدان كمسرحية مثيرة ، وذلك فى تعينه ← سرعة الضوء . ويرجع اللمعان الكبير لهذه الأقمار إلى كبر أحجامها . ويكاد كل من القمرين جانيميد وكاليستو أن يضارع بقطره البالغ ٥٠٠٠ كم

قطر كوكب عطارد . والبياض (العاكسيه) العالى المدهش للثلاث أقمار يو وأوروبا وجانيميد وكاليستو (حتى ٤ر٠ مقابل قمر الأرض ٠٧ر٠) يرجع إلى وجود غلاف جوى رقيق ، تأكد وجود ميثان وأمونيا فيه . تدور الأقمار الخمسه يو وأوروبا وجانيميد وكاليستو وأمالتيا حول المشترى فى مدارات إهليجية قريبا من مستوى مداره ؛ أما الأقمار الباقية فإن لها علاقات حركة مختلفة تماما عن ذلك ، بل إن باسيفى وسينوبى وكارمى وأنانكى يتحركون بدوران تراجعى . ولمعان التوابع الأربعة الأخيره صغير جدا ـ اخفت من القدر ١٧ ـ لدرجة أنه لا يمكن مشاهدتها إلا فوتوغرافيا .

تابعى نبتون

Neptune's satellites
satellites de Neptune *(pm)*
Neptunemonde *(pm)*

تم إكتشاف إثنين من التوابع حول نبتون . تريتون وهو جسم كبير نسبيا ويدور فى حركة تراجعية فى مدار دائرى حول الكوكب مرة كل ٩ر٥ يوما ؛ أما نرييدى فهو على النقيض من ذلك صغير جدا ويمكن رصده فوتوغرافيا فقط ومداره أكبر مدارات التوابع المعروفة إستطاله (e = ٧ر٠) . ويبعد نرييدى حتى ١٠ مليون كم عن الكوكب . (←——— تابع ، الجدول) .

توابع يورانوس

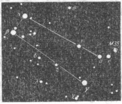
uranus's satellites
satellites d'Uranus *(pm)*
Uranusmonde *(pm)*

تدور توابع يورانوس الخمسه فى مدارات تقع فى مستوى إستواء الكوكب ، أى تقريبا عموديا على مستوى مدار يورانوس وآخر قمر تم إكتشافه ، ميراندا ، هو عباره عن جسم صغير جدا . أما تيتانيا فله على العكس من ذلك قطر يبلغ ١٠٠٠كم . ولمزيد من التفاصيل أنظر ←——— تابع . الجدول .

التوأمان

Gemeni, Gem *(L)*
heavenly twins
gémeaux *(sm)*
Zwillenge *(sm)*

احد ابراج دائرة الحيوانات فى نصف الكرة السماوية الشمالى ، ويظهر فى ليالى الشتاء . تعبر الشمس هذا البرج أثناء حركتها السنوية الظاهرية من النصف الثانى لشهر يونيو حتى النصف الثانى لشهر يوليو . ويمكن تمييز التوأمين بسهولة فى السماء ، لأن النجمين المنتمين إليه ؛ ←——— كاستور (α التوأمان) وبولوكس لهما تقريبا نفس اللمعان ويبعدان عن بعضها فقط ٥ر٤° . وكاستور نجم مزدوج جميل يمكن تمييز مكونتيه بالتكبير الشديد . وحتى بنظارة ميدان بسيطة فإننا نرى كل من النجمين γ ، ξ كمزدوجات . فى هذا البرج توجد أيضا سلسلة من الحشود النجومية على سبيل المثال M 35 الذى يرى بالعين المجردة .



برج التوأمين

وألمع نجمين فيه هما :	α	B
الأسم اللاتينى	Castor	Pollux
الأسم العربى	رأس أفلون	رأس التوأم المؤخر (أو رأس هرقل)
القدر	٥٦ر١	١٥ر١
النوع الطيفى	A1	KO
نوع قوة الاشعاع	V	III
المسافة بالبارسك	١٤	١١

التوأميات

geminids
géminides *(pm)*
Geminiden *(pm)*

←——— تيار شهب .

توبو سينتريك

topocentric
topocentrique
topozentrisch

منسوب إلى الموقع المتوسط المرصود .

التوجيه بالأجرام السماوية

orientation with the heavenly bodies
orientation avec des corps célestès *(sf)*
Orientierung nach Gestrine *(sf)*

لمعرفة الإتجاهات الأصلية يمكن إستخدام كل من نجم القطبية والشمس . ولما كانت القطبية تقع قريبا من قطب السماء الشمالى فإننا نجد نقطة الشمال الأرضى عند تلاقى العمود الساقط من نجم القطبية على الأفق . وللتعرف على نجم القطبية نمد الخط الواصل بين العجلتين الخلفيتين للعربة السماوية الكبرى فى كوكبه الدب الأكثر وذلك بمقدار خمسة أضعاف المسافة بينهما (الشكل ؛ ←—— الدب القطبى) . أما فى أثناء النهار فيمكننا الإستدلال على الإتجاه التقريبى للجنوب من وضع الشمس . ولهذا الغرض فإننا ندير ساعة ، بحيث يتجه مؤشرها الصغير ناحية الشمس . وفى هذه الحالة يشير منصف الزاوية بين إتجاه الشمس والرقم ١٢ إلى ناحية الجنوب تقريبا . (يراعى أن يؤخد لهذا الغرض التوقيت المحلى العادى وليس التوقيت الصيفى أن وجد) .

التوقيت

time
temps *(sm)*
Zeit *(sf)*

←—— الزمن .

توقيت شرق أوروبا

eastern - european time
heure de l'Europe orientale *(sf)*
osteuropaische Zeit *(sf)*

←—— الزمن .

التوقيت العالمى

universal time, U. T
temps universel *(sm)*
Weltzeit *(sf)*

هو الزمن المحلى (الزمن الشمسى المتوسط) لخط الزوال صفر أى خط زوال جرينتش (←—— الزمن) .

توقيت غرب أوروبا

west - european time
heure de l'Europe occidentale *(sf)*
westeuropaische Zeit *(sf)*

←—— الزمن .

توقيت القاهرة

Cairo time
heure de Caire *(sf)*
kairoer Zeit *(sf)*

←—— الزمن .

توقيت وسط أوروبا

central - european time
heure de l'Europe centrale *(sf)*
mitteleurapaische Zeit *(sf)*

←—— الزمن .

التيار البروجى

ecliptic shower
essaim écliptique *(sm)*
Eklyptikalstrom *(sm)*

←—— تيار شهب يميل مداره بقليل جدا على مستوى البروج .

تيار الثور

taurus shower
essaim du taureau *(sm)*
Taurusstrom *(sm)*

حشد نجمى متحرك ينتمى إلى نجوم القلاص .

تيار الحمل

convection
convection *(sf)*
Konvektion *(sf)*

هو تيار من كميات مادية كبيرة فى السوائل أو الغازات ينشأ على سبيل المثال من الإختلاف فى درجة الحرارة ، ويؤدى بواسطة ما يحدثه من تقليب إلى التساوى فى درجات الحرارة . تلعب تيارات الحمل دورا كبيرا فى ←—— التركيب الداخلى للنجوم وكذلك فى ←—— الغلاف الجوى النجمى وذلك فى مجال إنتقال الطاقة .

التيار الدبى

bear's shower
essaim oursique *(sf)*
Barenstrom *(sm)*

←—— حشد الدب الأكبر .

تيار النجوم

star stream
courant d'étoiles *(sm)*
Sternstrom *(sm)*

عدد من النجوم يتحرك بانتظام فى إتجاه مفضل . وهناك نوعان من تيارات النجوم : (١) **تيارات النجوم المحلية** أو ←——— الحشود النجمية المتحركة ، التى تتحرك أعضاؤها فى خطوط متوازية ولها نفس السرعة فى الفضاء ، (٢) **تيارات النجوم الإحصائية** التى نفترضها لتعليل علاقة الحركة فى المنطقة المحيطة بالشمس . وإذا ما فحصنا على وجه التحديد حركة كل هذه النجوم من ناحية السرعة والإتجاه ، فإنه يتضح أن كل الإتجاهات لا تظهر بنفس الشيوع . فمثلا تتحرك فى سكة التبانه نجوما أكثر ناحية مركز المجره وفى الإتجاه العكسى عما يتحرك من النجوم فى الإتجاه العمودى على ذلك . وهذا التوزيع الغير متماثل لإتجاهات الحركة تم تعليله بتيارين يتجهان إلى مركز المجره وإلى الإتجاه المضاد فى داخل هذين التيارين تنتشر قيم السرعات وإتجاهاتها فى منطقة عريضه . على خلاف ما يوجد فى تيارات النجوم المحلية .

التيار النهارى

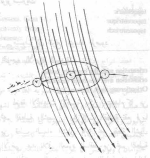
daytime stream
essaim diurne *(sm)*
Tageslichtstrom *(sm)*

هو ←——— تيار النيازك الذى لا يمكن مشاهدته بصريا وإنما فقط بطريقة صدى الراديو (←——— شهاب) نظرا لوجوده على الجانب النهارى من الأرض .

تيار النيازك أو الشهب

meteor stream
essaim de météores *(sm)*
Meteorstrom *(sm)*

رذاذ من النيازك أو ما ينتج عنها من شهب ، تتحرك فى مدارات متوازيه ويرتفع عدد الشهب بدرجة ملحوظة حينما يدور حول الأرض تيار من النيازك . وتعطى التيارات الشديدة مثل الفرساوسيات حتى ٤٠ شهابا كل ساعة . مثل هذه التيارات التى



(١) أجزاء من مدارات تيار نيزكى موضحا عليه مكان الارض فى مدارها عند بداية (١) ، وعند أوج (٢) وعند نهاية (٣) رؤية التيار والقطع الناقص هو مقطع مستوى مدار الأرض بتيار النيازك .

تلفت النظر ولو بدون رصد تعرف عموما تحت إسم **الفتائل النجمية** ، وبعض تيارات النيازك تكون ضعيفة لدرجة أن شيوع الشهب لا يتأثر بها بدرجة ملحوظة . يعطى **تيار نيازك دائم** كل عام نفس العدد من الشهب (على سبيل المثال الفرساوسيات) ، ويتسبب **التيار الدورى** فى إرتفاع كبير فى شيوع الشهب على فترات من بضع سنين (مثل ←——— الأسديات) . **والتيارات الغير مستقره** تعطى بعض المرات شهبا يصير بعدها التيار عديم الدلالة (مثل ←——— المسلسلات) .

على حسب مظهرها فإن أفراد التيار النيزكى المتوازية تدور كما لو كانت نابعة من نقطة (أو منطقة) بذاتها من السماء . تسمى هذه النقطة بالمنبع أو مصدر الشعاع ، ويتحدد مكانها من إتجاه حركة تيار النيازك وحركة الأرض فى مدارها ، أى أنها تتحدد بواسطة حركة التيار المنسوب إلى الأرض المتحركة . ومن المنبع الظاهرى نحصل على المنبع الحقيقى عندما نأخذ حركة الأرض فى مدارها أيضا فى الأعتبار . وعلى ذلك فإن المنبع الظاهرى يوضح إتجاه حركة التيار بالنسبه للشمس ولماكان النيزك يضىء فترة قصيرة فقط فى مداره كشهاب لذلك لابد من مد مدار

الشهاب إلى الخلف حتى نحصل على المنبع العام.

يسمى كل تيار نيازك تبعا لوضع منبعه: فمنبع الفرساوسيات تقع فى كوكبة فرساوس ومنبع تيار إيتا الدلو أو الدلويات يوجد بجوار النجم إيتا فى كوكبة الدلو، كما أن الربعيات حصلت على إسمها من إسم كوكبه كانت قديما وليست حاليا موجوده على خريطة النجوم. وإذا ما تواجد المنبع قريبا من الشمس فإن النيازك تقع على الناحية النهارية من الأرض. ويسمى مثل هذا التيار **تيار ضوء النهار**. مثل هذا التيارات لا يمكن مشاهدتها إلا أنه تم أكتشافها بواسطة صدى الراديو (← الشهب).

المدارات: يتم إستنتاج مدار تيار النيازك من سرعتها عند دخولها جو الأرض ومن ذلك تتحدد نقطة التقاطع مع مدار الأرض وكذلك يتحدد إتجاه المنبع. وتتحرك كل تيارات النيازك فى قطاعات ناقصة حول الشمس. وبدقة أكثر فإن أفراد حزمة النيازك تدور حول الشمس فى قطاعات ناقصة قريبة من بعضها لدرجة أنها تملأ ما يشبه الخرطوم (إنظر الشكل). وفقط عندما يقطع التيار مدار الأرض فإننا نحس بهذا التيار على شكل شهب فى الغلاف الجوى الأرضى. أما إذا كان، كما هو الحال فى **التيارات البروجية**، مستوى مدار الأرض (المستوى البروجى) ومدار التيار يميلان على بعضها بدرجة قلييلة، فإنه يكون هناك نقطتى تقاطع، أى أن هذه التيارات يمكن رؤيتها مرتين خلال العام، المرة الأولى عندما تأتى



(٢) مسقط مدار المذنب 1866I على مستوى دائرة البروج. ويفسر ما تناثر على طول المدار من نيازك نشأة التيار النيزكى المعروف بإسم الاسديات.

النيازك من الخارج داخله إلى مدار الأرض فيوجد المنبع على الناحية الليليه من الأرض والمرة الثانية عندما تقطع مدار الأرض وهى قادمة من الداخل، فتعطى تيار ضوء النهار. وعلى هذا فإن دلتا الدلويات، وما يحدث من تيار نهارى فى نهاية يونيو وكذلك الآيتيات تنتمى كلها إلى نوع واحد. وبالمثل فإن الجباريات وإيتا الدلويات يمكن مشاهدتها ضوئيا لأن منبع نقطة التقاطع الثانية يقع أيضا بعيدا عن الشمس.

النشأة: تقع مدارات بعب تيارات النيازك قريبا جدا من مدارات مذنبات معروفة، الشىء الذى تحقق منه لأول مرة الفلكى الإيطالى شيابارلى بالنسبة للفرساوسيات والمذنب 1862 III. وجاء بعد ذلك الدليل على أن تيارات النيازك نقط تفكك المذنبات، وذلك عندما أمكن مشاهدة نشأة المسلسلات من مذنب بيلى. تعمل الغازات المتحركة قرب الشمس على سحب جسيمات من نواة المذنب وتصنع بذلك سحابه نيازك حول النواة. وبفعل السرعة الأبتدائية للجسميات وبسبب الإضطرابات تتفكك السحابة تدريجيا، ومع ذلك تتغير سرعة الدوران بشدة، أما عناصر المدار الأخرى فلا تتغير إلا بالقدر اليسير وبذلك تتوزع النيازك على طول مدار المذنب. وفى حالة التيارات الدورية فإن هذا التوزيع لم يكتمل بعد؛ بل تدور غالبا سحابة منفردة من النيازك حول الشمس. فى هذه الحالة نشاهد شهبا عديدة فقط عندما تتواجد هذه السحابة فى مدار الأرض عند نقطة تقاطعه مع مدار التيار. وليس هذا هو الحال كل عام، حيث أن مدة دوران كل من الأرض والتيار ليسا متساويين. ومن الإضطرابات الدائمة بفعل الكواكب والاصطدامات بين النيازك وتأثير إشعاع الشمس الجسيمى يمكن أن يتفكك التيار تدريجيا، حيث يزداد عرضه فتقل كثافة النيازك فيه ويتغير نظام مدارات النيازك كل على حده، أى أنها تصنع مع بعضها زوايا آخذه فى الكبر وبذلك تزداد منطقة الإشعاع وأخيرا نرى النيازك كل بمفرده وكأنه غير منتمى إلى أى تيار.

بعض تيارات الشهب أو النيازك

الإســم	فترة الرؤية	وقت النهاية العظمى	عدد الشهب (بصريا) لكل ساعة	المذنب العام
الربعيات	١ ـ ٤ يناير	٣ يناير	٣٠	ـ
السلياقيات	٢٠ ـ ٢٣ ابريل	٢١ ابريل	٥	ـ
إيتا الدلويات	٢ ـ ٦ مايو	٤ مايو	٥	هالى
دلتا الدلويات	١٤ يوليو ـ ١٩ أغسطس	٢٨ يوليو	١٠	ـ
الفرساوسيات	٢٩ يوليو ـ ١٧ أغسطس	١٢ أغسطس	٤٠	ـ
التنينيات	٩ أكتوبر	٩ أكتوبر	دورى	ـ
الجباريات	١٨ ـ ٢٦ أكتوبر	٢٢ أكتوبر	١٣	هالى
الأسديات	١٤ ـ ٢٠ نوفبر	٧ نوفمبر	٦ دورى	ـ
المسلسلات	١٨ ـ ٢٦ نوفبر	٢٣ نوفبر	١ غير مستقر	بييلى
التوأميات	٧ ـ ١٥ ديسمبر	١٤ ديسمبر	٥٥	ـ
الدبيات	١٧ ـ ٢٤ ديسمبر	٢٢ ديسمبر	١٥	ـ

تيتان
Titan

أحد ← توابع زحل .

تيتانيا
Titania

أحد ← توابع يورانوس

تيتوس بودا
Titus - Bode

← سلسلة تيتوس ـ بودا .

تيثز
Tethys

أحد ← توابع زحل

ث

ثابت بن قره
Thabet Ben Korrah

ولد فى حران وإنتقل إلى (كفرتوما) فالتقى هناك بالخوارزمى ، الذى أعجب بذكائه واصطحبه معه إلى بغداد حيث أوصى به للخليفه المعتضد فادخله فى جملة المنجمين . نقل كثيرا من المؤلفات إلى العربيه وأصلح الترجمه العربيه للماجسطى فأختصرها وجعلها سهلة التناول . ووضع كتابا فى الجبر والهندسه ويعد إيجاده لحجم المجسم الناتج من دوران قطع ناقص تمهيدا لحساب التفاضل والتكامل . أجمل ثابت بن قره أرصاده التى قام بها فى بغداد فى كتاب ضمنه مذاهبه فى السنة الشمسيه ومواقع وحركة الشمس ، وحسب طول السنه النجميه فجاءت أكبر من الحقيقه بنصف ثانية فقط . وإستنتج ميل دائرة البروج وقال بحركتين : مستقيمه ومتقهقره لنقطتى الاعتدال .

وقد اطلق إسمه على إحدى مناطق الجانب الآخر من سطح القمر .

الثابت الشمسى
Solar constant
constant solaire *(sf)*
Solarkonstante *(sf)*

هو كمية الطاقة الإشعاعية الساقطة من الشمس فى وحدة الزمن على وحدة المساحة فوق سطح الأرض وذلك عندما تكون الأرض عند بعدها المتوسط عن الشمس ، مع إفتراض نفاذية هواء الأرض لكل الأطوال الموجيه . تبلغ قيمة الثابت

الشمسي حوالى ١٫٣٩٥ × ١٠^٦ إرج . سم^-٢ . ث^-١ = ٢٫٠٠ كالورى . سم^-٢ . ق^-١ = ١٫٣٩٥ كيلو وات . م^-٢ . وتستخدم هذه القيمة كأساس لحساب قوة إشعاع الشمس .

يستخدم لقياس الثابت الشمسى بيرهيلومتر أو مقياس إشعاع (إكسيونومتر) . ولمثل هذه الأجهزة سطوح مسوده تمتص إشعاع الشمس الساقط وتحوله إلى طاقة حرارية ، على أن تقاس هذه الطاقة المحوله بطرق عده . فإما أن يقاس تسخين هذه السطوح بواسطة التأثير الحرارى الكهربى عندما تكون جزءا من عنصر حرارى أو تُعطى الحراره أولا إلى كمية من الماء ثم يقاس درجة تسخينها . وفى أثناء القياس لابد أن يؤخذ فى الإعتبار تأثير إضعاف جو الأرض لإشعاع الشمس . ولتخفيف هذا التأثير تؤخذ الأرصاد على الجبال العاليه أو بواسطة البالونات .

ثانية إختلاف المنظر

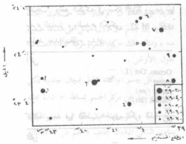
second of parallax
seconde de parallaxe *(sf)*
Parallaxensekunde *(sf)*

← البارسك

الثريا

pleiades
pléiades
Plejaden

حشد مفتوح يرى بالعين المجرده فى برج الثور . ويسمى هذا الحشد أيضا بالنجوم السبعة وهذا الإسم خاطئ ، لأننا إما أن نرى بالعين المجرده سته نجوم ألمع من القدر الخامس أو نرى تسع نجوم ألمع من القدر السادس . يقدر عدد ما أكتشف من نجوم الثريا حتى الآن بحوالى ١٢٠ نجما . وقد قدر «ترمبلر» عدد نجوم الحشد بحوالى من ٣٠٠ إلى ٥٠٠ نجم . وتوجد غالبية هذه النجوم موزعة فى حيز قطره حوالى ٢° فى السماء . أما القطر الحقيقى للحشد فيبلغ حوالى ١٠ بارسك . يبعد هذا الحشد عن الأرض بحوالى ١٢٦ بارسك . ويتضح من الصور طويلة التعريض أن هذه



رسم للمنطقة الداخلية من حشد الثريا والنجوم اللامعه هى :

١ بلايونى	٢ أطلس	٣ ألسيون
٤ ميروبى	٥ مايا	٦ أسنروب
٧ تايجيتا	٨ إليكترا	٩ سيلاينو

المجموعة من النجوم كلها منغمسة فى مادة غير نجمية تظهر كضباب رقيق ، أساسه ماده ترابية تضئ بما ينعكس عليها من ضوء نجوم الثريا . وتعطى الخريطة نظرة على الجزء الداخلى من الثريا كما نراه تقريبا من نظارة ميدان .

وقد أعتبرت الثريا قديما ← كوكبة مستقله .

الثعبان

Serpens, Ser *(L)*
serpent
serpent *(sm)*
Schlange *(sf)*

هو كوكبة ← الحيه .

ثعبان البحر

Hydra, Hya *(L)*
hydra
hydrae Femelle *(sf)*
Wasserschlange *(sf)*

(١) ثعبان البحر الشمالى ، كوكبة ← الشجاع
(٢) ← حية البحر .

الثعلب

Vulpecula, Vul *(L)*
Fox
petit renard *(sm)*
Fuchs *(sm)*

إحدى كوكبات نصف الكره الشمالى ، وترى فى ليالى

الصيف . وتقع الكوكبه فى سكة التبانة ويوجد بها سديم الدامبلز ، والسديم الكوكبى M 27 الذى يشاهد جيدا بنظاره ميدان .

الثمن

Octans, Oct *(L)*
octant
octant *(sm)*
Oktant *(sm)*

كوكبه يوجد فيها القطب الجنوبى للكره السماوية .

الثور

Taurus, Tau *(L)*
bull
taureau *(sm)*
Stier *(sm)*

أحد أبراج دائرة الحيوانات فى نصف الكره السماويه الشمالى ويرمز له بالرمز ♉ . ويرى هذا البرج فى ليالى الشتاء ألمع نجم فى البرج هو α ويسمى ← الدبران . يوجد فى الثور حشدان مفتوحان جميلان نراهما بالعين المجرده هما ← الثريا (السبع نجوم) و ← القِلاَّص بجوار الدبران . وفى الجزء الشرقى من البرج ، وفى سكة التبانه يوجد السديم الكوكبى الشهير M1 ← سديم أبو جلمبو الذى يحمل كمنبع راديوى إسم الثور A . تمر الشمس خلال البرج فى أثناء حركتها السنويه الظاهريه من منتصف مايو حتى النصف الثانى من يونيو .

ج

جابر

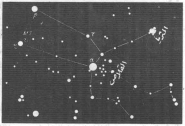
Geber

هو جابر بن أفله (المتوفى حوالى عام ١١٤٥) الفلكى الأسبانى العربى . عاش فى سيڤيل وقام بأعمال هامه أدت إلى تقدم الفلك الكروى . وألف كتابا عن الفلك إجتهد فيه لتحسين نظام بطلميوس ، ووصف نوعا من الأرميله إخترعها بنفسه لقياس مواقع الأجرام السماويه بالنسبة لأى من دوائر الزوال أو الإستواء أو البروج . وقد تُرجم هذا الكتاب إلى اللاتينيه ، ونشر فى تورنبرج عام ١٥٣٤ فأستفاد منه «بيرباح» و«ريجيومنتان» و«سكروبوسكو» وآخرون . وقد تم إطلاق إسم جابر على إحدى مناطق الوجه الآخر من سطح القمر .

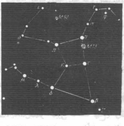
الجاثى

Hercules, Her *(L)*
• **kneeler**
hercule *(sm)*
Hercules *(sm)*

إحدى كوكبات نصف الكره الشمالى التى تظهر فى ليالى الصيف . وألمع نجم فى هذه الكوكبه هو ← رأس الجاثى . ويوجد فى الكوكبه عديد من الحشود النجمية ومن السهل العثور بينها على الحشد الكروى M13 كبقعه سديميه خافته على الخط



برج الثور والنجم α هو الدبران .



كوكبة الجاثى .

الواصل بين النجمين η ، ξ (اللوحه ١٣)
وأخفت من ذلك هو الحشد M 92 .

الجؤجؤ

Carina, Car *(L)*
carina
carène *(sf)*
Kiel des Schiffes *(sm)*

هو كوكبة ← القرينه .

الجاذبية

Gravitation
gravitation *(sf)*
Gravitation *(sf)*

الجذب العام للكتله ، وهذه خاصية تشترك فيها كل ماده . تنجذب كتلتان إلى بعضها البعض بقوة تتحدد بواسطة قانون الجاذبيه الذى إكتشفه نيوتن ، وتبعا له فإن القوة بين الكتلتين m_1 ، m_2 تزداد بزيادة الكتلتين وتقل مع مربع البعد r بينهما $F G \cdot = \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$ وثابت التناسب G هو ثابت الجاذبية العام ولو قيست كل من m_1 ، m_2 بالجرام والمسافة r بالسنتيمتر والقوة F بالداين فإن G = ٦٫٦٧ × ١٠^-٨ سم^٣ /جم . ث^-٢ . ويعد قانون نيوتن للجاذبية العلاقة الأساسيه لكل الميكانيكا السماوية . وعلى وجه الخصوص ينتج من القانون ما أوضحه نيوتن فى عام ١٦٨٧ من أن الكواكب تتحرك حول الشمس تبعا لقوانين كبلر . وتمسك الشمس بالكواكب فى مداراتها بفعل الجاذبية . وتلك الجاذبيه هى أيضا التى تحتفظ بالمادة فى النجوم ، والتى تجعل المزدوجات النجومية تدور فى مداراتها حول بعضها البعض ، وكذلك التى تتسبب فى تماسك الحشود النجومية .

تتحقق المعادله المعطاه فقط فى حالة الكتل متناهية الأبعاد أى الكتل النقطية كما تنطبق للأجسام الممتدة عندما يكون شكلها كرويا متماثلا فقط . وفى هذه الحاله تدل r على البعد بين مركزى الكتلتين . ويعد هذا تقريبا جيدا بالنسبه للأجسام السماوية عموما . أما الحيود عن الأشكال الكروية المتماثلة فلابد من أخذه فى الإعتبار عند ما تكون الكتله المنجذبه إلى جسم غير كروى متماثل على مسافة صغيرة منه ، ومثال ذلك حركة القمر وحركة الأقمار الصناعية حول الأرض .

إن كل جسم ذو كتله محاط بمجال جاذبية لكل نقطة فيه تبعد عن مركز الجسم بمسافة r شدة مجاله $G \cdot \frac{m}{r^2}$ ، وجهد المجال U فى هذا المكان يساوى الشغل المبذول لجذب ١ جم من ما لا نهايه إلى المكان أى أن $U = -G \cdot \frac{m}{r}$ وتدل الإشارة السالبه على تحرير طاقه أثناء الجذب .

إن قوة التثاقل الأرضية التى تتسبب فى وقوع الأجسام على سطح الأرض ، أو بدقة أكثر فى القول ، فى إتجاه مركز الأرض هى عبارة عن حالة خاصه من قوة جذب الكتله العام . وعجلة الجاذبية g_0 على سطح الأرض ، أى العجله التى يأخذها جسم تحت تأثير قوة التثاقل هى $g_0 = G \cdot \frac{M}{R^2}$ ، حيث G ثابت الجاذبية و R نصف قطر الأرض ، M كتلة الأرض وما يؤثر على جسم كتلته m من قوة تثاقل نحصل عليه بالضرب فى m (تبعا للعلاقة التى يرجع أصلها إلى نيوتن: القوة = الكتلة × العجلة) أى $G \cdot \frac{Mm}{R^2}$ ولو أردنا حساب عجلة التثاقل على سطح جرم سماوى آخر فعلينا أن نستعيض عن كتلة الأرض فى العلاقه g_0 بكتلة هذا الجرم السماوى وعن نصف قطر الأرض بنصف قطره . ولمزيد من التفصيل ← عجلة التثاقل .

تعطى نظرية النسبية العامة قانونا أعم للجاذبية ينتج منه قانون نيوتن كتقريب وإن كان الأخير يؤدى الغرض المنشود فى أغلب الحالات .

جالى

Galle

هو جون جوتفريد جالى الفلكى الألمانى المولود بتاريخ

٩ يونيو ١٨١٢ فى بابست هاوس بالقرب من جريفن هانيشن والمتوفى بتاريخ ١٩ يوليو ١٩١٠ فى برتسدام ، وحتى ١٨٣٥ مدرسا ومنذ ذلك الحين مساعدا بمرصد برلين ، وفى الفترة من ١٨٥٩ – ١٨٩٧ مديرا لمرصد برسلاو . إكتشف جالى فى عالم ١٨٤٦ الكوكب نبتون الذى سبق أن تنبأ به « ليفرير » . كما عرف جالى إمكانيه تحديد إختلاف منظر الشمس من حركة الكوكبات .

جاليلى

Galilei

هو جاليليو جاليلى الفيزيائى المولود بتاريخ ١٥ فبراير ١٥٦٤ فى بيزا والتوفى بتاريخ ٨ يناير ١٦٤٢ فى أرسيترى . فى عام ١٠٨٩ أستاذا للرياضة بجامعة بيزا ، ١٥٩٢ فى بادوا ، ١٦١٠ رياضى البلاط فى فلورنسا ومنذ عام ١٦٣٣ فى أرسيترى . يعد جاليلى أحد من مهدو الطريق أمام العالم الحديث ، فقد وجد قوانين إهتزاز البندول وأخترع الميزان الهيدروستاتيكى فى عام ١٥٨٦ ودرس فى بيزا قوانين السقوط الحر . بنى جاليلى فى عام ١٦٠٩ منظارا (من النوع الهولندى الجاليلى) وأدخله لأول مره فى الأرصاد الفلكية فأكتشف بذلك الجبال القمرية وأقمار المشترى (أقمار جاليلى) ، وتغيير أطوار الزهره . الذى أعتبره بمثابة دليل على صحة تعاليم كوبرنيكوس . وقد كان جاليلى أول من رأى حلقات زحل ، ولكن بدون أن يجد التعليل الصحيح لها . إكتشف جاليلى فى نفس الوقت مع آخرين البقع الشمسية . وعمل جاليلى بالكلمه والقلم فى فلورنسا لتأييد كوبرنيكوس ، الأمر الذى أدى به إلى حادثتين ومحاكمتين من قبل الكنيسه (١٦١٦ ، ١٦٣٣) ، وأضطر بعد المحاكمة الثانيه إلى العدول عن التعليم الجديد ونُفى إلى زيينا لكن سمح له بعد ذلك بالرحيل إلى منزله الريفى فى أرسيترى .

ومن أعمال جاليلى سيدروس مؤنتيوس (١٦١٠) ، وديالوجوسوبرا إى دوستيى ديل موندو (١٦٣٢) .

جانيميد

Ganymed

أحد ← توابع المشترى

جاوس

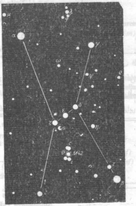
Gauss

هو كارل فريدريش جاوس الرياضى والفيزيائى والفلكى الألمانى المولود بتاريخ ٣٠ إبريل ١٧٧٧ فى براون شفايج والمتوفى بتاريخ ٢٣ فبراير ١٨٥٥ فى جوتنجن ، عمل بعد دراسته فى براون شفايج منذ ١٨٠٧ كأستاذ ومديرا لمرصد جوتنجن . ويعتبر من خلال أعماله فى المجالات المتعدده أحد كبار الرياضين فى جميع العصور . بجانب ذلك قام بأعمال للفيزياء والمساحة . وفى الفلك أدخل طريقة المربعات الصغرى لتصحيح أخطاء الأرصاد وطوّر على وجه الخصوص طريقة مفيده لتعيين مدار كوكب من ثلاث رصدات . وبذلك أمكنه تحديد مدار سيرس ، الذى كان قد فُقد . وقد سهل ذلك التبؤ بأماكن الكويكب وإعادة إكتشافه . نُشرت هذه الطريقة فى مجلة « ثيوريا موتوس كوربوريوم سوليستيوم (١٨٠٩) وترجم إلى الألمانية عام ١٨٦٩) .

الجبار

Orion, Ori *(L)*
hunter
orion *(sm)*
Himmelsträger *(sm)*

من كوكبات النجوم الشهيره فى منطقة الإستواء السماوى ويرى فى ليالى الشتاء . إن نجوم الجبار موزعة بطريقة تجذب الإنتباه حتى بالنظر السطحيه السريعه إلى السماء وفى إرتفاع الإستواء السماوى تقريبا توجد



كوكبة الجبار وألمع نجومها.

الاسم	α إبط الجوزاء	β رجل الجبار (رجل الجوزاء اليسرى)	γ الناجد (مرزم الجبار)
اللمعان (بالقدر)	٠ر٤ - ١ر٣	٠ر١٤	١ر٦٥
النوع الطيفى	M 2	B 8	B 2
نوع قوة الإشعاع	I	Ia	III
المسافة (بارسك)	١٨٠	٢٧٠	١٤٠

على مسافات متساويه تقريبا الثلاثه نجوم δ ، ε ، ζ المسماه بنجوم الحزام أو عصى يعقوب. وإلى الشمال منها نجد نجمى الكتف اللامعين ؛ الشرقى منهما يسمى ← إبط الجوزاء والغربى منها يعرف ← بالناجذ أو مرذم الجبار. وكصورة مرآه تقريبا لنجمى الكتف يقع إلى الجنوب من نجوم العصا نجمى قدم الجبار ، القريبه منهما تسمى ← رجل الجبار أو رجل الجوزاء اليسرى. وتسمى النجوم الخافته بين نجمى الكتف والقدم بحاملات السيف. والنجم θ منها نجم مُركب مكون من ست نجوم ويعرف بإسم المعين. وهنا يوجد ← سديم الجبار الكبير **M42** الذى يفوق فى لمعانه كثيرا من السدم اللامعه ، ويتخلله مواد غير نجميه داكنه ، ويمتد إلى أجزاء بعيده من البرج.

الجباريات

orionids
orionids *(pm)*
Orioniden *(pm)*

← تيار شهبى.

الجبال الحلقيه

walld plains
criques lunaires *(pf)*
Ringgebirge *(sn)*

من أشكال تضاريس سطح ← القمر

الجبل المائدى

Mensa, Men *(L)*
mensa
table *(sf)*
Tafelberg *(sm)*

هو كوكبه بالقرب من قطب السماء الجنوبى يوجد بها جزء من سحب مجلان .

الجبل المركزى :

central peak
pic (piton) central *(sm)*
Zentralberg *(sm)*

جبل موجود فى وسط كثير من الجبال الحلقيه على سطح ←— القمر

الجداول الألفونسيه

Alfonsine tabels
tables Alfonsines *(pf)*
Alfonsinische Tafeln *(pf)*

←— جداول الكواكب .

الجداول الرودولفينيه

Rudolfine tabeles
tables Rudolfines *(pf)*
Rudolfinische Tafeln *(pf)*

←— جداول الكواكب .

جداول الكواكب

planetary tabeles
tables des planètes *(pf)*
Planetentafeln *(pf)*

هى جداول تشتمل على المواقع المحسوبة مسبقا للكواكب والقمر ، وأحيانا أيضا للشمس . وقد كانت هذه الجداول معروفة فى الأزمنه القديمة عند الصينيين والهنود والمايا والعرب . **وللجداول الألفونسيه** التى تم عملها بتكليف من ألفونس العاشر ، من كاستيليا ، فى المده من ١٢٤٨ إلى ١٢٥٢ إلى مجموعة من ٥٠ فلكيا من العرب واليهود والمسيحين أهمية تاريخيه خاصه . ومن الجداول المعروفة أيضا **الجداول الرودولفينيه** ، التى حسبها كبلر وسماها بإسم رودولف الثانى . وفى وقتنا هذا توجد جداول الكواكب ضمن الحوليات الفلكية .

الجدى

Capricornus, Cap *(L)*
goat
capricorne *(sm)*
Steinbock *(sm)*

أحد بروج نصف الكره السماويه الجنوبى ويرى فى ليالى الخريف . تمر الشمس خلال هذا البرج فى مدارها الظاهرى السنوى من النصف الثانى من يناير حتى منتصف فبراير .

جذب الكتله

mass atraction
attraction de la masse *(sf)*
Massenanziehung *(sf)*

←— الجاذبيه .

الجرم السماوى

heavenly body
corps céleste (astre) *(sm)*
Gestirn *(sn)*

يرمز به لأى من الشمس والقمر والكواكب والنجوم الثوابت .

جروتريان

Grotrian

هو فالتر جروتريان الفيزيائى الفلكى الألمانى المولود بتاريخ ٢١ إبريل ١٨٩٠ فى آخن والمتوفى بتاريخ ٣ مارس ١٩٥٤ فى بوتسدام . وجروتريان هو أحد من عملوا فى مرصد بوتسدام وكان مديرا له . حصل جروتريان على الجائزه القوميه عام ١٩٤٩ ، وعمل بنجاح فى مجال الأبحاث الفلكيه والطبيعة الشمسيه ونشأة طيف الكورونا والنجوم المتغيره .

الجزر والمد

tides, ebb and flood
marées *(pf)*
Ebbe *(sf)* und Flut *(sf)*, Gezeiten *(pf)*

←— المد والجزر .

جزئ إبن

daughter molecule
molecule fille *(st)*
Tochtermolekül *(sn)*

←— مذنب

جزئ أم

parent molecule
molécule mèr (parente) *(sf)*
Muttermolekül *(sn)*

← مذنب .

جزيئات ما بين النجوم

interstellar molecules
molecules interstellaires *(pf)*
interstellare Moleküle *(pn)*

← غاز ما بين النجوم .

جغرافيه سطح القمر

selenography
sélénsgraphie *(sf)*
Selenographie *(sf)*

هى ← السيلينيوغرافيا .

جغرافية سطح المريخ

Areography
areographie *(sf)*
Areographie *(sf)*

هى ← الإيروغرافيا .

الجلوبوس

Globus

هو جهاز يجسم شكل السماء على كره تبدو عليها النجوم بلمعانها ومواقعها وذلك كما نشاهد الوضع النسبى للنجوم على الكره السماويه بدون دوران . إلا أن المشاهد يوجد خارج الكره وليس داخلها مخالفا بذلك للحقيقه .

الجمعية الفلكيه

astronmical society
société astronomique *(sf)*
astronomische Geselschaft *(sf)*

إتحاد يضم الفلكيين وهواة الفلك المتحدثون بالألمانية تأسس فى عام ١٨٦٣ بهدف مساعده الأعمال والابحاث الفلكيه التى تتطلب مجهودا كبيرا يزيد على طاقة فرد بمفرده ويتطلب تعاون أشخاص أو مراصد . قامت الجمعيه بتعاون دولى إنتقل بعد ذلك إلى الإتحاد الفلكى الدولى بعد نشأته . كان من أول أعمال الجمعيه ما جاء فى الإجتماع الأول من خطة إشترك فيها ١٧ مرصدا لأعاده تحديد مواقع النجوم فى مصنف بون وكذلك رصد نجوم الجزء الجنوبى من الكره السماويه لأول مره . أعيد أخذ الأرصاد بين عامى ١٩٢٨ ، ١٩٣٢ بطرق فوتوغرافيه . وكانت الإعاده الثانيه بين عامى ١٩٥٦ ، ١٩٦٧ لتحديد المواقع بطريقة فوتوغرافيه . وتؤدى الجمعيه عملها الآن فى دولة ألمانيا الإتحاديه ومركزها هامبورج . وفى ألمانيا الديمقراطيه توجد داخل رابطة الثقافة إتحادات فلكيه محليه تضم أصدقاء الفلك .

الجمعيه الفلكيه المصريه

Astronomical society of Egypt
Societe astronomique d'Egypte *(sf)*
aegyptische astronomische Geselschaft *(sf)*

جمعية علميه فلكيه تأسست عام ١٩٧٥ بغرض النهوض بمستوى علم الفلك فى مصر وتحقيق التعاون بين الفلكيين ونشر الثقافه الفلكيه وتبادل المعلومات مع الجمعيات الفلكيه الدوليه الأخرى . وتضم الجمعيه العاملون فى القطاع الفلكى وبها فرع للهواه . ومقر الجمعيه قسم الفلك ـ بكلية العلوم ـ جامعة القاهرة

جمهرات النجوم أو الجمهرات النجوميه .

stellar populations
populations stellaires *(pf)*
Sternpopulationen *(pf)*

هى مجموعة من الأجسام تتشابه مع بعضها بالنسبه لتركيبها الكيماوى وتوزيعها الفضائى فى المجموعات النجوميه (أيضا فى سكة التبانه) وكذلك بالنسبه لظروف حركاتها . ويتم التمييز بين خمس جمهرات . جمهرة الهالة ، والجمهرة البينيه II ، وجمهرة القرص ، والجمهره القديمه ، ثم الجمهره المتطرفه I .

تحيط **جمهرة الهالة** بمجموعة سكة التبانه (التى تتكون من جمهرة القرص وجمهرة الهالة) على شكل هالة أو إكليل . تضم جمهرة الهالة أقدم أجسام مجرة سكة التبانه ، أى الحشود النجوميه الكرويه ، التى

تتميز بسرعة عاليه فى الإتجاه العمودى على مستوى المجره (إتجاه Z) والنجوم تحت الأقزام ، ومتغيرات RR السلياق التى تزيد طول دورة التغيير الضوئى فيها عن ٤ر٠ يوم (تنتمى نجوم RR السلياق ذات الدورة القصيره على العكس من ذلك إلى جمهرة القرص) . والمكونات الأساسيه **للجمهرة البنييه II** هى العاديات التى تزيد سرعتها عن ٣٠كم / ث عموديا على مستوى المجره ، وكذلك المتغيرات طويلة الدوره التى تقل فترة تغييرها الضوئى عن ٢٥٠ يوما وتنتمى إلى نوع طيفى متقدم عن Ms . ومن **جمهرة القرص** نجوم نواة سكة التبانه والسدم الكوكبيه والنجوم الجديده . كذلك تنتمى نجوم الخطوط المعدنية خافته الطيف إلى جمهرة القرص . بينما تتبع نجوم الخطوط المعدنية شديدة الطيف **الجمهرة القديمه** علاوة على ذلك فإن نجوم النوع الطيفى A تتبع أيضا تلك الجمهرة . **أما الجمهرة المتطرفة I** فتتكون من أجسام مركزه بدرجة أكبر فى إتجاه مستوى سكة التبانه . وهذه الأجسام عباره عن نجوم شابه فى داخل الأذرع الحلزونية الموجودة ، أى نجوم من النوعين الطيفين O ، B . وكذلك نجوم فوق العمالقة ونجوم دلتا ـ قيفاوى ونجوم RW العناز والحشود المفتوحه من نوع ترمبلر I ، أى ذات التركيز الكبير فى إتجاه المركز كما تضم أيضا مادة ما بين النجوم . ومن الممكن الإستدلال على زيادة التركيز فى إتجاه مستوى المجره إبتداءا من جمهرة الهاله حتى الجمهره الأولى المتطرفه وذلك من نقص البعد المتوسط Z للأجسام عن مستوى سكة التبانه ، إنظر الجدول .

إن أجسام الجمهرات المختلفه تختلف كذلك فى أعمارها . وفى ذا الشأن فإن الأعمار تقل إبتداء من أجسام جمهرة الهالة (أى أن أجسام الهالة هى أكبر الأجسام سنا) عبر الجهرة البينيه الثانيه ثم جمهرة القرص ، فالجمهرة القديمة حتى الجمهره الأولى المتطرفه (أصغر الجمهرات سنا) . وتوجد أيضا إختلافات فى التركيب الكيماوى لنجوم الجمهرات المختلفة . ففى أجسام الجمهرات الأكبر سنا نجد أن النسبه الوزنية Z للعناصر الأثقل من الهليوم أصغر منها فى الجمهرات الصَّبية ، الشئ الذى يتضح مثلا من إنتماء نجوم الخطوط المعدنية الخافته إلى جمهرة القرص بينما نجوم الخطوط المعدنيه الشديده تنتمى إلى الجمهرة الأولى القديمه . ويمكن تعليل الإختلاف فى الشيوع النسبى للعناصر ببناء العناصر الثقيلة أثناء تطور النجوم . وعلى ذلك فإن المادة البين نجمية التى تنشأ منها النجوم ، تُثرى بالعناصر الثقيله عن طريق ما تأخذه من مادة النجوم الأكبر سنا مثل نجوم النوفا أو إنفجارات نجوم السوبرنوفا والنجوم غير المستقره الأخرى . ومن هنا فقد نشأت النجوم الحديثه من مادة غنيه بالعناصر الثقيله .

تختلف الجمهرات المختلفة أيضا فى حركة أفرادها ، حيث أن أجسام الجمهرات المسنه لها مركبة حركة Vz أكبر عموديا على مستوى المجره ، عما عليه أجسام الجمهرات الصبيه ، أنظر الجدول . كذلك فإن أفراد الجمهرات الأصغر سنا تتحرك فى الغالب موازيه لمستوى التبانه .

يمكن فهم الأختلافات بين الجمهرات بواسطة التطور التاريخى ←مجرة سكة التبانه . إنظر تحت ← نشأه العناصر الكيماويه .

وللجمهرات المختلفه نفس التوزيع الفضائى فى المجموعات النجومية الخارجيه كما هو فى مجره سكة التبانه . ويحتمل أن تكون المجموعات النجوميه البيضاوية مكونة فى الغالب من أجسام الجمهرات الأكبر سنا ، بينما المجموعات النجومية من نوع السدم غير المنتظمه ـ بعض النظر عن بعض الشذوذ ـ مكونه فى الغالب من أجسام الجمهرات الأصغر سنا (←المجموعة النجوميه) .

أدخل «بادى» فى عام ١٩٤٤ إصطلاح الجمهره ، وذلك عندما وجد فروقا واضحه فى شكل هوتز سبرنج ـ راسل لنجوم المجموعات المختلفة ، على

سبيل المثال بين الحشود المفتوحه والكرويه . فقام بتقسيم النجوم حسب نظامها فى شكل هرتز سبرنج ـ راسل إلى جمهرتين مختلفتين I ، II . إتضح بعد ذلك أنه من الأنسب عمل تقسيم أدق ، الشئ الذى أدى إلى نشأة كل من جمهرة الهالة والجمهرة البينيه الثانيه ، وجمهرة القرص بدلا من جمهرة « بادى » الثانيه وكل من الجمهرة الأولى القديمة والجمهرة الأولى المتطرفة بدلا من جمهرة « بادى » الأولى . بينما نجد فى شكل هرتز سبرنج ـ رسل أن الجمهرة الأولى موجودة حتى نجوم النوعين الطيفين O ، B فإن نجوم التتابع الرئيسى من النوع الطيفى FO من الجمهرة الثانيه لا وجود لها نهائيا . بالإضافة إلى ذلك فهناك زحزحة بين فروع العمالقه فى الجمهرتين . وفرع العمالقه فى الجمهره الثانيه يتفرع عند النوع الطيفى GO إلى فرع أفق توجد فوقه متغيرات RR السليان وإلى فرع متجه إلى أسفل ناحية التتابع الرئيسى . علاوة على ذلك فإن نجوم تحت الأقزام تكون فرعا ينتمى إلى الجمهرة الثانية ويوجد أسفل التتابع الرئيسى بقليل . ولما كانت نجوم المجال فى المنطقة المحيطه بالشمس تنتمى إلى الجمهرة الأولى بينما نجوم نواة سكة التبانه تنتمى إلى الجمهرة الثانيه فإن الجمهرة الأولى تعرف أيضا **بجمهرة المجال** والجمهره الثانيه **بجمهرة النواه** .

الجمهرات وممثلاتها المحطيه

جمهرة الهالة	الجمهرة البنيه II	جمهرة القرص	الجمهرة I القديمه	الجمهرة I المتطرفه
تحت الأقزام	العاديات ذات السرعة العمودية	نجوم نواة مجره سكة	نجوم A	مادة ما بين النجوم
الحشود النجميه الكرويه ذات مركبة السرعة Z العموديه الكبيره	الأكبر من ٣٠ كم / ث	التبانه السدم الكوكبيه النوفا	النجوم ذات الخطوط المعدنيه القوية فى طيفها	النجوم الحديثه داخل الأذرع الحلزونية الموجوده الآن
متغيرات RR السلياق ذات دورة التغير الضوئى الأكبر من ٤ر٠ يوم	المتغيرات طويله الدوره للتغير الضوئى الذى تقل طول الدورة فيها عن ٢٥٠ يوما ونوعها الطيفى متقدم عن M5	متغيرات RR السلياق ذات التغير الضوئى بدوره أقل من ٤ر٠ يوم النجوم ذات الخطوط المعدنيه الضعيفه		فوق العمالقه نجوم دلتاقيفاوى نجوم RW العناز الحشود المفتوحه ذات التركيز الشديد
Z = ٢٠٠٠ بارسك Z = ٠ر٠٠٣ Vz = ٧٥ كم / ث	٧٠٠ بارسك ٠ر٠١ ٢٥ كم / ث	٤٥٠ بارسك ٠ر٠٢ ١٨ كم / ث	١٦٠ بارسك ٠ر٠٣ ١٠ كم / ث	١٢٠ بارسك ٠ر٠٤ ٨ كم / ث

جمهرة بينيه

intermediate population
population moyenne *(sf)*
Zwichenpopulation *(sf)*

← الجمهرات .

جمهرة القرص

disc population
population du disque *(sf)*
Scheibenpopulation *(sf)*

← الجمهرات .

الجمهرة المجاليه

field population
population du champ *(sf)*
Feldpopulation *(sf)*

← الجمهرات .

جمهرةالنواة

nucleus population
population du noyau *(sf)*
Kernpopulation *(sf)*

← الجمهرات .

جمهرة الهالة

halo population
population du halo *(sf)*
Halopopulation *(sf)*

← الجمهره التى تحيط بسكة التبانه على شكل هاله .

جناح فرساوس

Algenib *(A)*

النجم γ فى كوكبه ← فرساوس

جناح الفرس الأعظم

Algenib *(A)*

النجم γ فى كوكبه ← الفرس الأعظم .

الجنب

Algenib *(A)*

(١) النجم γ فى كوكبه ← فرساوس ،

(٢) النجم γ فى كوكبة ← الفرس الأعظم .

جنب المسلسله

Mirach *(A)*

هو نجم ← المراق .

الجنوب

south
sud *(sm)*
Süden *(sm)*, Süd *(sm)*

هو إحدى ← الإتجاهات السماويه .

جهاز طيفى

spectro - apparatus
spectroappareil *(sm)*
Spektralapparat *(sn)*

← مطياف

جهاز قياس الإحداثيات

Coordinate measuring machine
machine de mesure de coordonner
Koordinatenmessgerät *(sn)*

هو جهاز قياس نسبى لإحداثيات النجوم على الصور السماويه . وأساس عمل أجهزه قياس الإحداثيات هو تماما مثل ميكروسكوبات القياس العاديه . فعلى سبيل المثال يمكن أن يتحرك ميكروسكوب على اللوح الفرتوغرافى فى إتجاهين متعامدين إلى أن تنطبق صورة النجم المراد تعيين إحداثياته على تقاطع خطين فى الميكروسكوب ثم بنفس الطريقه صور النجوم الأخرى المعروف إحداثياتها على الكره السماويه . وتقدر فرق الإحداثيات على اللوح الفوتوغرافى فوق تدريجين يدور كل منهما مع حركة الميكروسكوب فى أى من الإتجاهين المتعامدين . من ذلك يمكن حساب حداثيات المطلوبه للجرم السماوى على الكره السماويه . وتصل دقة القياس فى أجهزة قياس الإحداثيات إلى حوالى ٠٠١ر . مم وتعتمد على دقة التداريج على الميكرومترات أو القوائم الملحقه .

جو

atmosphere
atmosphère *(sf)*
Atmosphäre *(sf)*

← غلاف جوى .

جوتينيك

Guthnick

هو باول جوتينيك الألمانى المولود بتاريخ ١٢ يناير ١٨٧٩ فى هندروف (الراين) والمتوفى بتاريخ ١٦ سبتمبر ١٩٤٧ فى برلين. عمل من ١٩٢١ حتى ١٩٤٦ مديرا لمرصد برلين - بابلسبرج. كما عمل جوتينيك فى مجال النجوم المتغيره وكان هو الذى أدخل المراقبه الفوتوغرافيه للسماء فى ألمانيا. كما أسس جوتينيك الفوتومترى الكهروضوئى الحديث للنجوم وذلك ببناء أول فوتومتر كهروضوئى.

جودريل بانك

Jodrell - Bank

← مرصد جودريل بانك.

الجون

Alioth *(A)*

هو نجم ← الحور.

الجياكوبيات

Giacobinids
giacobinids *(pm)*
Giacobiniden *(pm)*

← التنينيات أو الدراكونيات.

جينز

Jeans

هو سير جيمس جينز الرياضى والفيزيائى الفلكى الانجليزى المولود بتاريخ ١٦ سبتمبر ١٨٧٧ فى سوتبورث والمتوفى بتاريخ ١٦ سبتمبر ١٩٤٦ فى دوركنج، فى ١٩٠٥ أستاذا فى برينستون ومنذ ١٩١٠ فى كامبردج. وقد اشتغل جينز فى مجال الفيزياء الفلكيه وبالتحديد فى ديناميكا المجموعات النجوميه ونظريات النجم المزدوج كنتيجة لإنقسام نجم سريع الدوران، وكذا نشأه المجموعة الشمسيه نتيجة تأثير قوى المد والجذر أثناء عبور نجم قريب أمام الشمس. وتحمل بعض أعمال جينز طابعا شخصيا وتوقيعا. كتب جينز كتبا عديدة منها الكثير عن العلوم المبسطه.

ح

الحائط لثانى القطب أو الدايبولى

dipol wall
mur de dipôle *(sm)*
Dipolwand *(sf)*

← أجهزة الفلك الراديوى.

حارس السماء

Arctur *(L)*

← السماك الرامح.

حامل رأس الغول

Perseus, Per *(L)*
perceus
persée *(sm)*
Perseus *(sm)*

← فرساوس.

حد الظلمه أو حد الاضاءه

terminator
terminateur *(sm)*
Terminator *(sm)*

الحد الفاصل بين الجزئين المضئ وغير المضئ من قرص القمر (أوجه القمر) أو قرص كوكب ما.

الحرباء

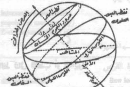
Chamaeleon, Cha *(L)*
chamaeleon
caméléon *(sm)*
Chamaeleon *(sn)*

إحدى كوكبات نصف الكره الجنوبى التى لا ترى فى خطوط عرضنا.

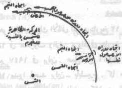
حركات الأجرام السماويه

motion of heavenly bodies
mouvement des corps célestes *(sm)*
Bewegung der Gestirne *(sf)*

ليس من الممكن مشاهده الحركه الحقيقية للأجرام السماويه ويمكن فقط مشاهدة حركتها الظاهرية على الكره السماويه. وهذه الحركه الظاهريه



(١) الحركة الظاهرية للأجرام السماوية.

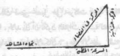


(٢) الحركة الظاهرية للشمس بين النجوم.

تعتمد على حركه الجرم السماوى فى الفضاء كما تعتمد على حركة مكان المشاهده الذى يظهر منه الجرم السماوى مُسقطا على الكره السماويه. ولو أردنا معرفة الحركة الحقيقية لجرم سماوى ما فإن ذلك يتطلب معرفة حركة مكان الرصد، مثلا التى تسببها دوران الأرض، الأمر الذى يتسبب فى **الدوران اليومى الظاهرى** للسماء. وهذه الحركة هى أكثر الحركات معرفة وأكثرها كذلك لفتا للنظر. وعلى أساسها فإن جميع نجوم السماء الثابته تصنع أقواس دائريه فى حركتها من الشرق إلى الغرب بدون تغيير فى وضعها النسبى. ونرى من ذلك فقط ما فوق الأفق أى الأقواس الدائريه النهاريه أما الليليه أى التى تحدث تحت الأفق فلا نراها. والنجوم الخسان لموقع معين تبقى وحدها فوق أفق هذا الموقع أى أنها لا تمتلك أقواسا ليليه. وفى مقابل النجوم الخسان توجد لموقع مشاهده ما نجوم تظل دائما تحت الأفق أى ليس لها أقواس نهاريه. ويتعلق كون نجوم ما خسان بالنسبه لموقع ما بخط عرض المكان. تسمى اللحظه الزمنيه لظهور جرم سماوى فوق الأفق بالشروق كما تسمى لحظة إختفاءه بالغروب. والنقطتان التى يبلغ فيهما جرم سماوى أعلى إرتفاع له فوق الأفق (أيضا فى النجوم الخسان) تسميان بنقطتى العبور. وهاتان النقطتان تقعان على دائره زوال مكان الرصد. وفى لحظه مرور نجم بدائره الزوال فإن حركته الظاهرية تكون موازية للأفق. وفى خلال الحركة اليوميه الظاهريه تبقى نقطتان على الكره السماويه ثابتتين. وهاتين هما قطبى السماء، أى نقطتى تقاطع محور الأرض مع الكره السماويه.

بجانب الدوران اليومى فإن الارض تسير فى مدارها فى حركة مدارية سنويه، الشئ الذى يتسبب فى **حركة ظاهرية سنوية للشمس على طول دائره** البروج من الغرب إلى الشرق بين النجوم. وتبدو الشمس من الأرض مُسقطه على الكره السماويه. وحيث أن النقطه التى يحدث منها الإسقاط تتغير فإن نقطه الإسقاط تتغير أيضا على سطح الكره السماويه. ولما كانت حركة الأرض حول الشمس وكذلك دورانها اليومى يحدثان فى نفس الإتجاه فإن طول اليوم، مقاسا بعودة عبور الشمس، يكون أطول بقليل عما لو قيس بعبور نجم محدد. أى أن الشمس تحتاج فى حركتها اليوميه الظاهريه من عبور إلى آخر زمنا أطول قليلا مما يحتاجه نجم ثابت. ومعنى ذلك أن الشمس تتأخر أو تتراجع خلف النجوم.

تتسبب حركة الأرض حول الشمس أيضا فى حركة ظاهرية للنجوم القريبه، الشئ الذى يطلق عليه **إختلاف المنظر السنوى**. ويبدو النجم خلال العام مسقطا فى مواقع مختلفه من الكره السماويه حسب موضع الأرض فى مدارها حول الشمس. فإذا كان هذا النجم فى دائره البروج فإنه يتحرك كالبندول خلال العام على طول خط مستقيم ذهابا وجيئه. وإذا

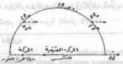


(٣) تحليل حركة نجم فى الفضاء إلى سرعة خطية وحركة خاصة.

ما تواجد النجم فى قطب دائرة البروج فإن هذا النجم يصف حركة دائرية أما النجوم التى توجد بين الدائرة البروجيه وقطبها فتصنع قطاعات ناقصه صغيره. ويُستغل هذا المظهر فى قياس مسافات النجوم الثوابت (إختلاف المنظر).

والحركة الظاهرية للكواكب والقمر (← حركة القمر) على الكره السماويه أكثر تعقيدا مما ذكر.

لا يمكن مباشرة قياس حركة الأجرام السماوية، وإنما يمكن فقط قياس كل من **السرعه الخطيه**، وهى مركبة السرعة فى إتجاه خط البصر من المشاهد إلى الجرم المساوى، **والحركة الذاتية**، أى مركبة السرعة فى المستوى المماس للكرة السماوية، كل على حده. وليس هذا التقسيم ضروريا فقط من الناحية الهندسيه بن تتحكم فيه كذلك طرق القياس (← السرعة الخطية، ← الحركة الذاتيه). وتعطى المركبتان معا مقدار وإتجاه سرعة الجرم السماوى فى الفضاء (هذا بفرض أن الحركة الذاتيه معروفه بمقياس خطى مثلا كم/ ث). ولو تحرك نجم فى الفضاء بالنسبة



(٤) الحركة الظاهرية الخاصة للنجوم كما تبدو بسبب حركة الشمس فى المجره وتدل EB على الحركة الخاصة و RG على السرعة الخطية.

لمجموعة من النجوم فإن حركة هذا النجم تعرف **بالحركة الخاصة** بالنسبه لتلك المجموعة من النجوم. ونتيجة لحركة الشمس الخاصه ومعها المجموعة الشمسيه، بما فيها الأرض، بالنسبة للنجوم المجاوره فإن هذه النحوم تبدو وكأنها تتحرك فى إتجاه يأتى من المستقر ويمر بالشمس. ومن إتجاه التيار وقيمة سرعته يمكن إستنتاج الحركة الخاصه للشمس وكذلك مستقرها أى إتجاه حركتها. وعن ظروف الحركات الأخرى فى سكة التبانه أنظر ← سكة التبانه.

تعتبر الدراسات الإحصائيه للحركة الحقيقية للنجوم من حيث القيمة والإتجاه فى الفضاء من واجبات ← الإحصاء النجمى.

وعن ظروف حركات مجموعات النجوم الخارجيه فى الفضاء أنظر ← المجموعات النجوميه، ← ظاهرة هَبِل.

حركة الإفلات

escape motion
mouvement de Librations *(sm)*
Fluchtbewegung *(sf)*

← ظاهرة هبل.

حركة ثلاثة أجسام

three body problem
problème des trois corps *(sm)*
Dreikörperproblem *(sn)*

← مسألة الثلاثة أجسام.

حركة جسمين

Two body problem

← مسألة الجسمين.

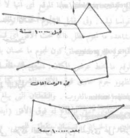
الحركة الذاتية

proper motion
mouvement propre *(sm)*
Eigenbewegung *(sf)*

هى الحركة الظاهرية للجرم السماوى على الكره السماويه طالما كانت نابعة من حركة النجم فى الفضاء وحركة الشمس. فحركة الشمس هذه، التى تشترك معها فيها كل الكواكب بما فيها الأرض، تؤدى إلى

تغيير ظاهرى فى مكان النجم . (وحركة النجوم اليوميه الظاهريه نتيجة دوران الأرض حول محورها لا تعتبر ، على سبيل المثال ، حركة ذاتية وذلك لأن جميع النجوم تحتفظ أثناء ذلك بمكانها النسبى) وللحصول على حركة النجم الذاتية الحقيقية يجب تخليص الحركة الظاهرية من الجزء الناتج من حركة الشمس . وتقاس الحركة الذاتية بالثوانى القوسيه لكل عام أو لكل مائة عام . ويتم التمييز بين جزئين للحركة الذاتية الحقيقية : الحركة الذاتية μ_α فى إتجاه المطلع المستقيم والأخرى μ_δ فى إتجاه الميل ، أو بتعبير آخر الحركة الذاتية فى إتجاهى خطى الطول والعرض المجريين . وأحيانا يتم جمع الجزئين فى محصلة واحده μ . ولابد فى هذه الحالة من إعطاء إتجاه الحركة بالنسبه لإتجاه الشمال . وحساب الحركة الذاتية بالمقاييس الطولية مثل الكليومتر فى الثانية ممكن فقط فى حالة معرفتنا لبعد النجم عنا .

نحتاج فى تعيين الحركة الذاتية إلى موقعين دقيقين للجرم السماوى فى وقتين منفصلين . وتبلغ دقة تحديد المواقع بالطريقه الفوتوغرافيه ± ٠٠١ر٠" فى كل إتجاه من الإحداثيات . ومعظم الحركات الذاتيه أقل بكثير من ٠٠١ر٠" فى كل إتجاه من الإحداثيات . ومعظم الحركات الذاتية أقل بكثير من ٠٠١ر٠" فى



تغير شكل العربة الكبرى (المغرفه) بفعل الحركة الخاصة المختلفة لأعضائها من النجوم .

العام . لذلك فحتى نحصل على حركات ذاتية دقيقة إلى حد ما ، لابد أن أن تكون الفترات الزمنيه لتحديد المواقع متباعده بقدر الإمكان . وعلى الأخص بضع عشرات السنين . وفى هذا الشأن لاتزال الطرق الفوتوغرافية لتحديد المواقع حديثه جدا . وعليه فالفترات الزمنيه لاتزال صغيره بحيث لا تكفى لإكتشاف الحركات الذاتية الأقل من ٠٠١ر٠" . ويقدّر الخطأ فى المتوسط للحركة الذاتية المستنتجه كل عام ±٠١ر٠" أو أكبر من ذلك بسبب أخطاء فى مصنفات المواقع المستعمله . وأدق الحركات الذاتية المعروفه حتى الآن نجدها فى المصنف الأساسى ومصنف «بوس» العام .

فى الوقت الذى نحصل فيه على السرعة الخطيه ، أى المركبه الثانيه لحركة النجم فى الفضاء ، من رصده طيفيه واحده ولنجم واحد ، فإن تعيين الحركة الذاتية على أساس من تعيين المواقع بالطريقه الفوتوغرافيه ، أى على أساس مقارنة صورتين فوتوغرافيتين ، ممكن لعدد من النجوم مرة واحدة . لذلك ليس من العجيب أن يُعرف حتى الآن فى مقابل ١٢٠٠ سرعة خطيه تم قياسها لحوالى ٣٠٠ ٠٠٠ سرعة أو حركة ذاتية . وجزء كبير من القيم المعطاه فى حدود الخطأ وكأساس لتعيين الحركات الذاتية فقد تم فى مرصد ليك بكاليفورنيا تصوير كل نصف الكره الشمالى على ١٧٤٦ لوح فوتوغراف ذو طبقه حساسه ممتازه فوق زجاج سميك جدا وذلك بواسطة أستروجراف ٥٠سم وستعاد نفس الصور بعد ٥٠ عاما وتحت نفس ظروف الرصد بقدر الإمكان . إن أكبر حركة ذاتية هى ما إكتشفه «بارانارد» للنجم السهم فى كوكبه الحُويه . فهذا النجم يتحرك سنويا بمقدار ٣٤ر١٠" .

الحركه الخاصه

Peculiar motion
mouvement particulier, vitesse particulière
Pekuliarbewegung *(sf)*

(١) هى حركة نجم ما بالنسبة لمجموعة من النجوم المحيطة ، مثال ذلك حركة الشمس بالنسبة لمجموعة

النجوم القريبة منها. ولابد أن تُنسب الحركة الخاصة إلى مجموعة من النجوم، لأن كل نجم فى هذه المجموعة له أيضا حركة خاصة، قارن أيضا ← حركات الأجرام السماوية.

(٢) هى الجزء من الحركة الذاتية المرصودة لنجم ما والناتج عن حركة النجم الذاتية فى الفضاء وذلك للتميز بينها وبين ما ينتج من حركة ذاتية بسبب تغير مكان الراصد.

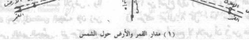
حركة القمر

motion of the moon
mouvement de la lune *(sm)*
Mondbewegung *(sf)*

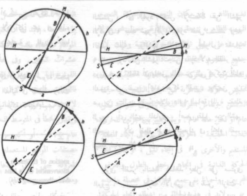
(قمر الأرض): يتحرك القمر حول الأرض حركة يمينية فى مدار على شكل قطع ناقص قريب الشبه بالدائرة. وتبلغ إهليجية المدار حوالى ٠٫٠٥٤٩. أى نفس القيمة تقريبا مثل مدار زحل حول الشمس. ويتأرجح البعد عن الأرض بين ٣٥٦٤١٠كم فى الحضيض، أقرب نقطة إلى الأرض وبين ٤٠٦٧٤٠كم فى الأوج، أبعد نقطة عن الأرض؛ وتبلغ المسافة المتوسطة بين الأرض والقمر ٣٨٤٤٠٠كم، أى حوالى ٦٠ مرة قدر نصف قطر الأرض. يميل مستوى المدار بمقدار ٩َ ٥ْ على مستوى دائرة البروج. وتسمى فترة دوران القمر حول الأرض ← بالشهر. وحسب إختيار النقطة التى تنسب إليها الشهر نجد أطوالا مختلفة للشهور. ويسمى الزمن المنقضى بين عبور القمر فوق دائرة ساعة نجم ثابت مرتين متتاليتين بالشهر النجمى، وطواله حوالى ٢٧٫٣٢١٦٦ يوما. والفترة الزمنية التى يتطلبها القمر ليكون على نفس فرق الطول من الشمس، أى ليعود لنفس الإستطالة هى الشهر الإقترانى؛ فبعد شهر إقترانى يعود نفس ← وجه القمر ثانية. والشهر الإقترانى أطول بمقدار ٢٫٢٠٩ يوما عن الشهر النجمى، إذ لابد للقمر بعد دورة نجمية كاملة أن يلحق بالشمس التى تحركت أثناء الدورة فى نفس إتجاه حركة القمر. والزمن بين عبورين متتالين للقمر خلال دائرة الساعة المارة بنقطة الربيع، أى الشهر المدارى، أصغر بقليل من الشهر النجمى، لأن نقطة الربيع تتحرك فى إتجاه القمر نتيجة لتبادر الإعتدالين.

يُرى القمر بالنسبة لمشاهد يطل على مستوى البروج، بسبب حركة الأرض فى نفس الوقت، متأرجحا هنا وهناك حول مدار الأرض. ويبعد القمر عن مدار الأرض بمقدار ٤٠٠/١ من المسافة بين الأرض والشمس. ويسبب جذب الشمس الشديد فى الإنحناء الدائم لمدار القمر ناحية الشمس (مدار مقعر). ولو نظرنا إلى القمر على إعتبار مركزية الشمس نجده يتحرك فى مدار شديد الإضطراب حول الشمس (الشكل).

ومن الأرض أيضا نجد أن حركة القمر مقعرة جدا، حيث يترك القرب الشديد من الشمس، الهائلة الكتلة، أثره فى الاضطراب الشديد لمدار القمر. كما أن القرب الشديد للأرض يجعل من فلطحتها والتوزيع غير المتماثل لكتلتها عاملين مؤثرين بدرجة كبيرة على حركة القمر. ولاتزال معرفتنا بتوزيع الكتلة داخل الأرض ناقصة جدا، إلا أنه من حركة الأقمار الصناعية حول الأرض، والتى تتأثر بدرجة أكبر بالأرض وذلك بسبب القرب الشديد وبدرجة



(١) مدار القمر والأرض حول الشمس



(٢) الارتفاع K للبدر M عند عبوره خط الزوال :

a ـ فى الشتاء عندما تكون العقده الصاعده فى نقطة الربيع .
b ـ فى الصيف عندما تكون العقدة الصاعدة فى نقطة الربيع .
c ـ فى الشتاء عندما تكون العقدة الصاعدة فى نقطة الخريف .
d ـ فى الصيف عندما تكون العقدة الصاعدة فى نقطة الخريف .

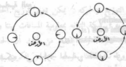
وتدل H على خط الأفق ، A على مستوى خط الاستواء ، E على دائرة البروج ، B مستوى مدار القمر ، S على الشمس .

أقل كثيرا بالشمس فإنه يمكن بدقة كافيه تعيين توزيع الكتلة فى داخل الأرض . إن إضطرابات مدار القمر عديده ونورد منها هنا جزء بسيط فقط . تأتى أولا **الحركة التراجعية لخط العُقد** . فالعقدتان القمريتان (نقطتى التنين أو الحوت) تدوران فى إتجاه مضاد لحركة القمر فى مداره ، وعليه فإن الزمن بين عبورين متتاليين خلال نفس العقده ، أى الشهر الدراكونى أو التنينى أقل بحوالى ٠ر١٠٩٤٤ يوم عن الشهر النجمى . كما أن خط العقد يصنع دوره كاملة قدرها ٣٦٠° فى ٦ر١٨ سنه ، أى يعطى كل عام ٢٠° . وتأتى ثانيا **الحركة التبادريه لخط الأوج والحضيض** . التى تتسبب فى حركة الحضيض فى نفس إتجاه دوران القمر بدورة يبلغ طولها ٨٥ر٨ سنه . لذلك فإن القمر يحتاج ٠ر٢٣٢٩ يوما أطول من الشهر النجمى كى يعود ثانيه إلى أقرب وضع له بالنسبه للأرض . ولما كان القمر بذلك يعود إلى نفس الحِصّه فإن زمن الدوران هذا يسمى بالشهر الحِصّى . تتم حركة القمر فى مداره ـ تبعا لقوانين كبلر ـ سريعة أو بطيئة حسب وجود القمر فى أى من الحضيض أو الأوج على الترتيب . وما يحدث فى ذلك من إختلافات دورية (حوالى ± ٦°) عن حركة تخيليه منتظمه ، يسمى **معادلة المركز (معادلة الإختلاف الكبير)** . وقد وجد بطلميوس أنه يتراكم على هذه المعادلة إضطراب آخر هو **تغيير الإختلاف المركزى** ، الذى يجعل القمر يتأرجح بدوره قدرها ٣٢ يوما حول المكان المحسوب بمعادلة المركز (حوالى ٣ر١°) والتأرجحات الصغيره (من ٤٠َ إلى ١١َ) تنشأ من الإضطرابين الذين إكتشفها تيكو براهى وهما ؛ **الإختلاف** ودورته نصف شهر إقترانى ، **والمعادلة السنوية (الإختلاف السنوى)** ودورته سنه . أما الإضطرابات غير الدوريه فهو إختلاف حركة القمر نتيجة لما إكتشفه هالى عام ١٦٩٣ من **إسراع قرنى** (عجله) ، يجعل القمر يسبق فى حركته بحوالى ٨ً كل ١٠٠ سنه ، عما تعطيه النظريه . وقد أوضح لا بلاس أن ٦ً من هذه ترجع

إلى إضطراب حركة الأرض التى تأخذ إهليجيتها دائما فى النقصان . أما الثانيتين الباقيتين من الإسراع القرنى فيمكن تعليلها بأن مده دوران الأرض تزداد بسبب التأثير الدائم لإحتكاك المد والجذر فى مده ١٠٠ عام بحوالى ثلاث ثوانى (ـــــ الزمن) . إنه بالرغم من المؤثرات الإضطرابيه الكثيره التى تزيد كثيرا من صعوبات نظريه حركة القمر ، فقد أمكن الحساب المسبق لمكان القمر فى مداره لبضع سنين وبدقة تصل إلى ٢ كم .

يرى القمر متحركا فى مداره على شكل قرص يتجول بين النجوم على الكره السماويه . وهذه الحركة الظاهريه كبيرة جدا لدرجة أن القمر يتحرك فى المتوسط فى حوالى ٥٠ دقيقه قدر قطره من الغرب إلى الشرق بين النجوم . ولما كانت هذه الحركة تسير فى إتجاه مضاد لدوران السماء الظاهرى ، فإن القمر يعبر من يوم إلى آخر متأخرا ٥٠ دقيقة ويشرق أيضا بما يتناسب مع ذلك (حسب ميله) . فى أثناء حركة القمر الظاهريه يحدث من وقت لأخر ← أستتار النجوم ، الذى يكون بمثابة عوامل مساعدة رائعه فى تحديد مكان القمر . والتغيير الشديد فى إرتفاع القمر عند العبور (عبور خط الزوال) يعتمد على ميله ، أى على البعد الزاوى بينه وبين خط الإستواء السماوى ، ولذلك فإنه يعتمد أيضا على وضع نقطتى العقد . فعندما تتواجد العقدة الصاعدة فى نقطة الربيع يضاف ميل مدار القمر إلى ميل دائرة البروج بالنسبه لخط الأستواءالسماوى ؛ ويحدث البدر الشتوى عندنا (خط عرض القاهره) فى منتصف الليل بميل للقمر قدره ٢٨٫٦° أو ما يقرب من إرتفاع ٨٩° فى السماء ؛ أما البدر الصيفى فيعبر بميل قدره ــ ٢٨٫٦° فى إرتفاع ٣١° فقط . أما عندما تتواجد العقده الصاعده بعد ٩٫٣ سنة فى نقطة الخريف ، فإن ميل مدار القمر بطرح من ميل البروج ويصير ميل القمر أقل بكثير .

ودوران القمر مقيد ، أى أن مدة دورته حول



(٣) لتوضيح الدوران المقيد للقمر (الشكل الأيسر) ، وتدل الأسهم على علامات ثابته فوى سطح القمر . ويلاحظ أن القمر يدور حول نفسه مرة مع إكماله دورة حول الأرض . ويمثل الشكل الأيمن دوران القمر حول الأرض مع عدم دورانه حول نفسه . وفى هذه الحالة يحافظ السهم دائما على إتجاهه فى الفضاء ، ونرى من الأرض أجزاءاً مختلفة من سطح القمر .

نفسه مساوية لزمن دورته حول الأرض . لذلك نرى عموما من القمر دائما نفس الجانب . ويمكن تفسير هذا الدوران الخاص على أساس إحتكاك المد والجذر : حيث أحدثت الأرض على سطح القمر وقت أن كان سائلا موجات جزر عملت على الإبطاء من سرعة دورانه الأصليه ، إلى أن بقيت قمة الموجه فوق نفس المكان من سطح القمر (ـــ المد والجزر) . وبالنظرة الدقيقة نلاحظ أن القمر له ترنحات صغيرة (ـــ التحرر) حول وضعه المتوسط ، الشئ الذى يعمل على رؤيتنا لجزء يبلغ ٥٩٪ من سطحه من مكاننا على الأرض .

الحركة المداريه

orbital motion
mouvement orbital *(sm)*
Bahnbewegung *(st)*

هى حركة جرم سماوى فى مداره حول آخر . وفى المدارات الموجوده فى المجموعة الشمسية يتم التمييز بين المدارات اليمينية واليساريه (ـــ حركه يمينيه)

الحزوز القمريه

rills, grooves, furrows, clifts
rainures *(pf)*, **sillons** *(pm)*, **fissures** *(pf)*
Rillen *(pf)*, **Riss** *(pm)*, **Furchen** *(pf)*

من تضاريس سطح ـــ القمر .

حساسية العين

eye sensitivity
sensibilité d'oeil *(st)*
Augenempfindlichkeit *(sf)*

الشبكيه هى الجزء الحساس للضوء من العين الآدميه ، وعليها تسقط صورة مصغره لما أمامنا عن طريق عدسة العين ، تماما كما يحدث على شاشة السينما . وتحتوى الشبكيه على أعداد كبيره من الأعضاء الحساسه للضوء ، خلايا الرؤيه ، التى نميز فيها الأشكال القضيبيه والمخروطيه . وتمكن الخلايا المخروطيه من رؤية الألوان أثناء النهار بينما تعمل الخلايا القضيبيه فى الأضواء الخافته وفى المساء فى أثناء ضوء الشفق . وخلايا الرؤية حساسه للضوء الكهرومغناطيسى فقط فى أطوال الموجات من ٣٨٠٠ـ ٧٦٠٠ أنجشتروم . ويسمى هذا الحيز بالنطاق المرئى . وتعتمد حساسية العين بدرجة بسيطة على درجة اللمعان . لذلك لابد من التفريق بين الحساسيه للضوء الشديد والأخرى للضوء الخافت . وأقصى حد لحساسيه الضوء الشديد عند حوالى ٥٥٠٠° أنجشتروم بينما حساسية الضوء الخافت عند موجات أقصر قليلا . تبدأ الرؤيه للضوء الخافت إذا بلغت طاقته ٥ × ١٠^-١٧ وات أى ١ إلى ٢ كم ضوئى يسبب الإحساس بالضوء . وتعد النجوم من القدر السادس مرئيه بالكاد . وتختلف حساسية العين من شخص إلى آخر . ويتحدد تفريق العين أو تمييزها للأشياء على حسب المسافات بين خلايا الرؤيه . وهذه الخلايا موجودة فى فجوة الشبكيه عند أحسن موقع للرؤيه قريبه من بعضها لدرجة أن نقطتين منفصلتين يمكن أن نراهما كذلك إذا كانتا على مسافة زاوية قدرها ١َ من بعضهما . ويكفى للرؤيه المريحه ٢َ . ولابد أن تبعد مصادر الضوء عن بعضها أكثر من ذلك لكى ترى منفصله بالعين وخصوصا إذا كان لكل منها لمعان يختلف عن الآخر . ويتضح هذا فى مشاهدة النجوم المزدوجه .

حشد نجومى كروى

globular star cluster, globular cluster
amas globulaire *(sm)*
Kugelsternhaufen *(sm)*

(اللوحه ١٢) . الحشد الكروى هو تجمع من عدد كبير من النجوم بتركيز كبير ناحية مركز الحشد (على خلاف الحشد المفتوح) . وكثافة النجوم فى المركز عموما عالية جدا لدرجة أن رؤية هذه النجوم متفرقه يبدو مستحيلا بالوسائل المتاحة حاليا . وكما يدلنا الإسم فإن شكل الحشد كروى متماثل بالنسبه لمركزه . وهناك أيضا حشود على شكل مجسمات ناقصه لكنها بسيطه التفلطح . جاءت تسمية الحشود الكروية بنفس الطريقة التى أتت بها تسمية ← الحشود المفتوحه . وقد عُرف حتى الآن حوالى ١٢٠ حشدا كرويا فى مجرة سكة التبانه .

اللمعان ـ الأقطار ـ الكثافة : يبلغ متوسط اللمعان الفوتوغرافى الكلى للحشد الكروى ـ ٧ر٧ قدراً مع إختلاف بسيط حول هذا المتوسط . والأقطار الحقيقيه صعبة التحديد بسبب عدم الدقه فى تعيين الأقطار الظاهريه وعوامل أخرى . وتتراوح الأقطار الحقيقية بين ١٦ ، ١٩٠ بارسك بقيمة متوسطه قدرها ٣٠ بارسك . وعلى ذلك فإن الحشود الكرويه تكاد تصل إلى عشر مرات أكبر من الحشود المفتوحه .

ولتعيين اللمعان الحقيق الكلى وكذلك القطر الحقيق يلزمنا معرفة كل من المقادير الظاهريه المناظره والبعد عن الأرض . إلا أن قياس اللمعان الظاهرى الكلى يصطدم بصعوبات ناشئه من كوننا نتعامل مع جسم له سطح ويقل لمعانه ناحية الحافة ، الشئ الذى يسبب خطأً فى قياس اللمعان الكلى يختلف حسب أقل حساسية للجهاز المستعمل فى القياس . وبنفس الطريقه تنشأ أخطاء كبيره فى قياس الأقطار ، لأن الأجهزة الحساسه ترى مناطق خارجيه خافته الضوء أكثر مما تراها أجهزة أقل حساسيه . وفى الطرق الهامة لتعيين المسافات فإننا ننطلق من نجوم RR السلياق

المتغيره التى أكتشفت بعدد وفير فى الحشود الكرويه . وعلى أساس اللمعان الحقيق لنجوم RR السلياق الذى تحدد بطرق أخرى ووجد قريبا من القدر صفر ، وبمعلومية لمعانها الظاهرى المقاس فإننا نستنتج بعد الحشد الموجود به هذه النجوم عنا . أما بالنسبه للحشود الكرويه التى لا تحتوى على نجوم متغيره يتم تعيين المسافة بإفتراض أن القطر الحقيق أو اللمعان الحقيق الكلى واحد لجميع الحشود الكرويه أو بإعتبار لمعان ألمع ٢٥ نجما فى كل حشد متساوى ثم نقيس اللمعان الظاهرى المناظر لهذه النجوم . ومن اللمعان الظاهرى المقاس واللمعان الحقيق المفروض نستنتج مسافة هذه النجوم ، وبالتالى الحشد الذى يحتويها . ولابد من معايره هذه الطرق الثلاث على الحشود الكرويه التى تحددت مسافاتها بمعلومية متغيرات RR السلياق . ويعيب الطريقتين الأوليين ما يعانيانه من أخطاء منتظمه .

يمكن تعيين كثافة النجوم فى الحشد الكروى فى حالة معرفة بعُده عنا وذلك بمعونة الإحصاء النجومى . ولما كان من الممكن فى المناطق الخارجيه فقط من الحشود الكرويه رؤية النجوم متفرقه ضوئيا فإننا نستطيع فى هذه المناطق وبالنسبه للنجوم اللامعه فقط تعيين عدد النجوم . وبذلك نحصل على قيم صغرى لكثافة النجوم فى الحشد الكروى . وقد أحصى «شابلى» ٥٠٠٠ نجم فى المناطق الخارجيه للحشد الكروى NGC 5139 و ١٥٠٠٠ نجم فى M 5 و ٧٠٠٠٠ نجم فى M 22 . ومن المؤكد أن العدد الحقيق للنجوم أضعاف هذه القيمة . ويقدر عدد نجوم حشد كروى بحوالى من ٥٠٠٠٠ إلى ٥٠ مليون نجم . وعليه فالكثافة المتوسطة فى المناطق الخارجيه أكبر عشر مرات مما هى عليه فى المناطق المحيطة بالشمس ، كما يحتمل أن تكون الكثافة فى مركز الحشد الكروى أكبر من ذلك مائة إلى ألف مره .

التوزيع والحركه : يمكن تعيين توزيع الحشود الكرويه فى سكة التبانه بمعلومية المسافات بيننا وبين هذه الحشود . وقد إتضح من ذلك أن الحشود الكروية تكون نظام قريب جدا من الكروى يحيط بسكة التبانه على شكل هالة (← سكة التبانه) . ويقدر قطر هذا النظام الكروى بحوالى ٥٠ ٠٠٠ بارسك . ويحتمل أن تكون حركة الحشود الكروية فى مدارات شديدة الإستطالة تمر بالقرب من مركز سكة التبانه . وقد أُستدل على وجود دوران داخلى فى الحشد الكروى W سنتورى (قنطورس) . كما أن السرعات الخطيه المقاسه تدل على زمن دوران يقدر بحوالى ١٠ مليون سنه .

شكل اللون واللمعان : يختلف شكل اللون واللمعان للحشود الكرويه بدرجة كبيره عنه فى حالة الحشود المفتوحه (إنظر الشكل هناك) . فالتتابع الرئيس تحتله نجوم تبدأ من النوع الطيفى F وفى إتجاه الأنواع الطيفيه المتأخره . وعند نجوم F ينعطف أحد فروع العمالقه ويسير بميل أكبر عنه فى حالة الحشود المفتوحه ويتفرع فرع عمالقه آخر من الأول فى منطقة عمالقة G ثم يسير أفقيا إلى أن يقطع التتابع الرئيس للحشود المفتوحه . وعلى هذا الفرع توجد متغيرات RR السلياق ، وكذلك المتغيرات الحشديه فى بعض أماكن مميزه (مشرطه فى الشكل) . يعطى شكل اللون واللمعان للحشود الكرويه هيئة المسار النمطى للجمهرة الثانيه المتطرفة . ومن نقطة إنعطاف فرع العمالقة عن التتابع الرئيس يمكن إستنتاج عمر الحشد الكروى ؛ ويفترض بحوالى من ١٠ إلى (أعلى قيمة) ١٥ بليون سنه . وبذلك فإن الحشود الكرويه تعد أقدم أجسام سكة التبانه .

عند تقسيم الحشود الكرويه يؤخذ من العوامل درجة التركيز ناحية مركز الحشد . وتبعا لكل من «شابلى» و «سايور» يتم التمييز بين ١٢ قسما : القسم الأول I وله أكبر تركيز والقسم XII وله

أدنى تركيز وأغلب الحشود تنتمى إلى الأقسام المتوسطه من IV إلى IX .

وقد تم الإستدلال أيضا فى المجموعات النجوميه الخارجيه على وجود حشود كرويه . فوجد على سبيل المثال فى سديم المرأه المسلسله ٢٥٠ حشدا كرويا كما أستدل على وجود نوعين مختلفين من الحشود الكرويه من بين أكثر من ألف حشد فى سحب مجلان . ويتمثل وجه الإختلاف فى موقع ألمع نجوم التتابع الرئيسى فى شكل اللون واللمعان . ففى الحشود الكرويه (الحمراء) تقع هذه النجوم فى مناطق عاليه فى معامل لونها ، أى أن هذه الحشود الكرويه تعادل مثيلاتها فى سكة التبانه . أما فى الحشود الكرويه (الزرقاء) فإن ألمع نجوم التتابع الرئيس لها معامل لون أقل ، أى لها درجات حرارة فعلية أعلى . ولابد أن يكون هذا النوع أصغر سنا بكثير عن النوع الأحمر حسب نظرية تطور النجوم .

وقد تم أيضا رصد حشود كروية يسود الزعم بعدم إنتمائها لأية مجموعة نجومية ، أى أنها حشود كرويه بين مجريه .

حشد الدب الأكبر

Ursa Major cluster
amas Ursa Major *(sm)*
Ursa Major Haufen *(sm)*

أحد الحشود النجميه المتحركة وتتبعه النجوم β ، δ ، ε ، ζ الدب الأكبر . ومن بين الأعضاء المعروفة أيضا نجم الكلب . تقدر سرعة الحشد الموحده فى الفضاء بحوالى ٢٧كم/ ث . ويقع مستقر حركة هذا الحشد فى كوكبه العقاب .

حشود السدم أو حشود المجرات

clusters of nebulae, cluster of galaxis
amas de galaxies *(pm)*
Nebelhaufen *(pm)*

تجمعات تصل إلى آلاف المجموعات النجوميه فى وحدة عضويه مترابطه .

الحشود الكرويه

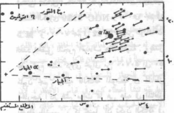
globular clusters
amas globulaire *(pm)*.
Kugelhaufen *(pm)*

← حشد نجومى كروى

الحشود المتحركه

mouving clusters
amas en mouvement *(pm)*
Bewegungssternhaufen *(pm)*

حشود نجوميه أو مجموعات من النجوم تتحرك أفرادها فى نفس الإتجاه وبنفس المقدار فى الفضاء ، على الرغم من أن المجموعه لاتبدو كتجمع نجومى على الكره السماويه . وفى الغالب فإن أفراد المجموعة تتوزع فى السماء كلها . ينطبق ذلك على حشد الدب الأكبر ، وتوجد الشمس ونجوم أخرى فى هذا الحشد دون أن تتبعه والهدف الذى يتحرك إليه الحشد يسمى بالرأس . وجميع رءوس الحشود المتحركة فى العروض المجريه الدنيا ، كما يقع إتجاه أغلبها فى مستوى سكة التبانه . يتم إكتشاف الحشود المتحركه عن طريق الدراسات الإحصائيه للحركة الذاتيه لنجوم المجال وتم حتى الآن معرفة أربع حشود متحركه يتراوح عدد أفرادها بين مائه (فى حالة حشد الدب الأكبر) و ٣٥٠ (فى حالة مجموعة القِلاص) . وأحيانا يعتبر حشد العقرب — قنطورس كحشد متحرك خامس عدد نجومه من ٢٠٠ إلى ٣٠٠ ، إلا أنه من المحتمل أن



بضع نجوم من حشد القلاص . وتدل الأسهم على مقدار وإتجاه الحركة الخاصة للنجوم ، كما تدل علامة + على مستقر حركة الحشد . ويحوى الشكل أيضا نجوما مجاليه أخرى بأسمائها .

تكون هذه النجوم مجاليه . ولا يوجد فارق كبير بين الحشود المتحركه و ـــ الحشود المفتوحه ، غير أن تباعد أفراد الحشود المتحركه أكثر منه فى الحشود المفتوحه . وإذا تساوى عدد أعضاء النوعين من الحشود يصبح قطر الحشد المتحرك أكبر من قطر الحشد المفتوح وكثافة الحشد المتحرك أصغر تبعا لذلك . والقطر الحقيق للحشد المتحرك ليس معروفا بدقة وذلك لأنه يصعب تقرير ما إذا كانت النجوم الخافته تابعة للمجموعة أم أنها نجوم مجاليه فقط . وتتراوح الأقطار بين ١٠ إلى بضع مئات البارسك ، والسرعات فى الفضاء بين ١٥ ، ٤٥ كم/ ث .

وأحيانا تعتبر الحشود المفتوحه والتى تُظهر مراكز ثقلها حركة ملحوظه ، من الحشود المتحركه مثال ذلك حشد الثريا . ويمكن تحديد ـــ ه إختلاف المنظر بدقة كبيره لأعضاء الحشد المتحرك .

حشود مجّريه

Galactic culsters
amas galactiques *(pm)*
galaktische Sternhaufen *(pm)*

حشود نجميه تتركز فى المجره حول مستوى سكة التبانه وبالاضافه إلى ـــ الحشود النجميه المفتوحه و ـــ الحشود النجميه المتحركه فإن ـــ الجمهرات النجميه تنتمى أيضا إلى الحشود المجريه .

الحشود المفتوحه

open clusters
amas ouvert *(pm)*
offene Sternhaufen *(pm)*

(أنظر اللوحه ١٢)

هى تجمعات قليله أو كثيره العدد من النجوم يقل تركيزها عموما ناحية مركز الحشد (على عكس الحشود الكرويه) . ويمكن بالعين المجرده رؤية نماذج من تلك الحشود المفتوحه ، ومثال ذلك حشد الثريا ونجوم القلاص فى برج الثور ونجوم المِعْلف فى برج السرطان . وقد أُخذت ١٠٠٠ فقط من الحشود المفتوحه أسماءا وذلك من بين ما يعتقد بوجوده من حوالى ١٥٠٠٠ حشد مفتوح فى سكة التبانه .

الأبعاد : يتراوح القطر الحقيق فى الحشود المفتوحه بين ١ ، ٢٠ بارسك وحوالى ٨٠٪ منها ذات أقطار من حوالى ٢ إلى ٦ بارسك . وعموما فإن القطر فى حالة الحشود المفتوحة الغنية بالنجوم وذات التركيز الكبير أكبر منه فى حالة الحشود قليله العدد والكثافة . وقيم الأقطار غير مؤكده ، لأنه يصعب الحصول على حدود دقيقه للحشد . إن توزيع النجوم فى الحشد المفتوح فى الغالب كروى متماثل ويتراوح عدد أفراد النجوم بين ١٠ إلى ٢٠ وبين بضع آلاف . وكثافة النجوم فى الحشد تزيد عن المنطقه المجاوره للشمس ، مثلا فى حالة الحشد M11 بحوالى ١٠ ٠٠٠ مره وفى حالة القلاص حوالى ٣٠ مره . وبجانب عدد كبير من المزدوجات النجوميه يوجد فى الحشد أيضا متغيرات كسوفيه وإن كان ما أُكتشف منها (فى الغالب غير منتظمه التغيير) لا يزال قليل . ونسبة النجوم ذات الخطوط المعدنيه أو الخطوط الإنبعاثيه كبيره فى الحشود المفتوحه .

يستخدم فى تقسيم الحشود النجوميه المفتوحه كل من التركيز ناحية المركز وتوزيع اللمعان المطلق لأفراد الحشد وكذلك عدد الأفراد . وقد ميز «ترومبلر» بين أربع أنواع تبعا لدرجة التركيز التى تحدد الصوره الخارجيه للحشد ، ونذكر منها النوعين المتطرفين :

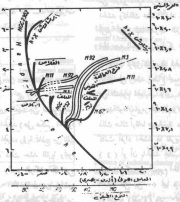
(I) تركيز كبير يرفع الحشد بوضوح عما حوله ؛ IV يعطى الحشد إنطباع تجمع صُدَفى فى وسط خلفيه من النجوم المجاليه . وبين هاتين الحالتين المتطرفتين يوجد نوعان يرمز لهما بالرمز II ، والرمز III بعد ذلك هناك أرقاما عربية 1 ، 2 ، 3 تعطى ما إذا كانت أفراد الحشد لها تقريبا نفس اللمعان المطلق (1) أو أن بالحشد بجانب بعض النجوم اللامعه جدا عدد كبير من النجوم الخافته 3 . وإذا ما احتوى الحشد أقل من ٥٠ نجما فإنه يميز بالرمز P (من الإنجليزية «فقير») ومن ٥٠ اعلى ١٠٠ نجم بالرمز

m (متوسط) وإذا زاد عن ١٠٠ نجم بالرمز r (غنى). إن ما ذكر من الحشود المفتوحه لها الخصائص التاليه حسب تقسيم ترومبلر: الثريا II 3 r ، القلاص II 3 m ، والمعلف I 2 r .

ومما يعمل على صعوبه المبدئين الأول والأخير فى التقسيم أنهما يرتكزان على خواص ظاهرية وليس على خواص طبيعية ، لأن حشد مفتوح قليل الكثافة تزداد كثافته دائما كلما زاد بعده عن المشاهد . كذلك فإن عدد نجوم الحشد التى يزيد لمعانها عما يتطلبه التصوير على اللوح الفوتوغراف يقل بزيادة مسافة الحشد .

هناك مبدأ آخر للتقسيم يستغل مظهر شكل اللون واللمعان للحشود المختلفة ، الذى يميز نجوم الحشد تبعا للنوع الطيفى وقوة الإشعاع . فى هذا الشأن هناك ثلاث إحتمالات : (١) كل النجوم تتواجد على التتابع الرئيسى فى شكل اللون واللمعان بين النوعين الطيفيين O ، M ، (٢) عدد قليل من نجوم الحشد يوجد على فرع العمالقه والغالبيه على التتابع الرئيسى ، (٣) معظم النجوم اللامعه توجد على التتابع الرئيسى . يضاف إلى ذلك حروفا صغيره هى o ، b ، a ، f تمثل النوع الطيفى أى O ، B ، A ، F لألمع نجم فى الحشد ، والذى له أكبر درجة حرارة فعلية ، أى أبعد النجوم فى شكل اللون واللمعان إلى الناحية اليسرى . تبعا لهذا التقسيم تأخذ الثريا الرمز 1b والمعلف 2a .

شكل اللون واللمعان : من الشكل التخطيطى الذى يحتوى على العلاقة بين اللون واللمعان لبعض الحشود المفتوحه وحشدين كرويين للمقارنه يتضح أن الحشود المفتوحه لها تتابع رئيس مميز ومحدد . والتشتت فى اللمعان المطلق لنفس النوع الطيفى أقل بالنسبه للحشود المفتوحه عنه للنجوم المجاليه . كذلك يلاحظ أن فرع العمالقه ، فيما عدا الحشد M 67 غير كثيف وأن التتابع الرئيسى لكل حشد على حده ليس مليئا من الأنواع الطيفية المتأخره إلى الأنواع المتقدمة . ولكن فقط حتى أماكن مميزه . إن السبب فى هذه الإختلافات المنتظمة يمكن أن يكون كامنا فى إختلاف ما قبل تاريخ تلك الحشود وكذلك إلى الإختلاف فى أعمارها . فكلما كان التتابع الرئيسى مليئا بالنجوم ذات اللمعان المطلق العالى والنوع الطيفى المتقدم ، مثل O ، B كلما كان الحشد أصغر سنا



شكل اللون واللمعان لبعض حشود مفتوحة بالإضافة إلى الحشدين الكرويين M92, M3 .

(← تحديد العمر) ، فهذه النجوم تقطع طريق التطور بسرعة بسبب كبر كتلتها المصحوبة بقوة إشعاعية عالية ، وهى لذلك تترك التتابع الرئيس قبل النجوم صغيرة الكتله ، أى منخفضه اللمعان كذلك ، والتى نشأت معها فى نفس الوقت (ولها نفس التركيب الكيماوى عند البدايه) ، ← تطور النجوم . لهذا فعندما يكون هناك حشدا مفتوحا مثل *h* ، *χ* فرساوس لايزال يحتوى على نجوم ذات نوع طيفى مبكر فإنه يكون صغيرا فى السن على النقيض مثلا من الحشد *M* 67. على أساس دراسات مسارات تطور النجوم فى شكل هرتز سبرنج ـ رسل يمكن إستنتاج عمر الحشد وذلك من نقطة الإنعطاف عن التتابع الرئيسى . يوجد على الجانب الأيمن للشكل مقايس العمر المحسوب وينتج منه أن عمر *h*، *χ* فرساوس حوالى ٣ مليون سنه والثريا حوالى ٥٠ مليون سنه والقلاص حوالى ٦٠٠ مليون سنه . وبالنسبه للحشد MGC 752 حوالى ٣٫٦ بليون سنه . أما الحشد M67 فلابد أن يكون له نفس العمر مثل الحشدين الكرويين M3, M92 إذ تنطبق نقطه الإنعطاف للثلاثه حشود فى الشكل . إن عمر نجوم الجمهرة M67المتطرفة التى تنتمى إليها الحشود النجمية الكروية وكذلك عمر الحشد المفتوح M67 يقدر بحوالى ٥ إلى ٦ بليون سنه على الأقل ويرجع السبب فى التحديد الدقيق لشكل اللمعان واللون لكل حشد على حده إلى أن نجوم الحشد لها نفس الماضى أى نفس التركيب الكيماوى ونفس العمر ، وهو ما لا يتحقق بالنسبه لجميع النجوم المجاليه ، التى نشأت فى أوقات مختلفه وأماكن مختلفه من سكة التبانه .

التفكك : لا يمكن أن تظل الحشود المفتوحه موجوده لوقت إختيارى طويل فبسبب الدوران التفاوتى لمجموعة سكة التبانه وبالاضافه إلى ذلك بسبب تأثير كل من جاذبية نجوم الحشود والأخرى والسحب الغير نجوميه عند المرور القريب وكذلك بسبب الحركات الداخليه للنجوم فى الحشد فإن الحشد المفتوح يحدث له تفكك تدريجى ، فتتناثر نجوم الحشد بين النجوم المجاليه . ويزداد تماسك الحشد كلما زادت كثافته . ومن التقديرات نجد أن الحشود المخلخله مثل القلاص تبقى فقط لمده ٣ بليون سنه ، أما الحشود الكثيفة مثل الثريا فتبقى لأكثر من ٣٠ بليون سنه وهذا الزمن يرمز إلى أكبر عمر للحشد (← تحديد العمر) .

يكثر وجود الحشود المفتوحه فى ← مجموعة سكة التبانه على جانبى مستوى المجره (الشكل) ؛ لذلك فإنها تُحصى مع الحشود النجومية المتحركة والتجمعات النجومية ضمن الحشود المجريه . وكل من التركيز ناحية مستوى المجره ومظهر شكل اللون واللمعان يدلان على إنتماء الحشود المفتوحه إلى الجمهرة I . وقد إكتشفت أيضا فى المجموعات النجوميه الأخرى ، مثل السحب المجلانية حشود مفتوحه .

التسميه : تحمل بعض الحشود المفتوحه أسماء خاصه بها مثل الثريا . وغير ذلك فإنها تميز بالأرقام التى أدرجت بها فى أى المصنفات الكبيره للحشود النجوميه وهى : مصنف مسييه (ويرمز له بالرمز *M*) والمصنف العام الجديد للسدم والحشود النجومية (ويرمز به بالرمز NGC) بالاضافة إلى المصنفين الإضافيين (المصنف المفهرس ICII, ICI) الذى نظمها «درابر» . والأجسام الموجوده فى المصنفين الأساسيين تذكر حسب الرغبة برموز مزدوجة مثل M37 = MGC 2099 . أما ما أكتشف حديثا من حشود مفتوحه فتدرج غالبا بإسم مختصر لقائمه الإكتشاف والرقم التى سُجلت تحته فى القائمة .

الحشود النجومية

star clusters
amas stellaires *(pm)*
Sternhaufen *(pm)*

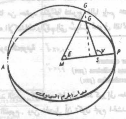
الحشد النجمى هو تجمع محلى ذو عدد كبير إلى حد ما من النجوم . ومن المحتمل أن تكون نجوم الحشد لها نفس العمر . يتم التمييز بين كل من ← الحشود

المفتوحة ، و ← الحشود المتحركة وكذلك ← التجمعات النجومية – ما يقابلنا فى سكة التبانه من أنواع هذه التجمعات النجوميه تسمى بسبب تركيزها ناحية مستوى المجره بالحشود المجريه – وأخيرا ← الحشود الكروية .

حِصّه

anomaly
anomalie *(sf)*
Anomalie *(sf)*

الحِصّه فى الفلك هى الزاويه التى تلعب دوراً كبيراً فى شرح مدار سماوى حول آخر . على سبيل المثال فى وصف مدار جرم سماوى حول الشمس . وهناك ثلاث حِصّات (١) **الحِصّه الحقيقيه** وهى الزاويه المقاسه عند مركز الشمس بين أقرب نقطه إلى الشمس **S** فى المدار وبين الجرم السماوى **G** (٢) **الحِصّه الإهليجيه E** وهى الزاويه المقاسه عند مركز المدار الاهيلجى **M** للجرم السماوى بين أقرب نقطة إلى الشمس فى المدار ونقطة **'G** ، بمثابة إلتقاء إمتداد العمود المقام على خط الأوج والحضيض مع الدائره المرسومه على هذا الخط كقطر ، أى بقطر يساوى نصف القطر الأكبر للمدار الإهليجى . (٣) **الحِصّه المتوسطة M** وهى الزاويه عند مركز الشمس بين أقرب نقطه فى المدار إلى الشمس وبين جسم خيالى يتحرك بسرعة منتظمه فى المدار بحيث يتساوى زمن دورانه مع دوران الجرم السماوى حول الشمس . وفى حين تتغير كل من الحِصّه الحقيقيه والإهليجيه بغير إنتظام مع الزمن فإن الحِصّه المتوسطه تتغير بمعدل ثابت .



الحصة الحقيقيه V والحصة الاهليجيه E .

والعلاقه بين الحِصّه الإهليجيه والمتوسطه تـعبر عنهـا مـعـادلـة كـبـلـر المعدلـه $E - e \sin E = M$ ، حيث تدل **e** على اللامركزية العددية للمدار .

حِصى

anomalistic
anomalistique
anomalistisch

منسوبا لنفس الحِصّه ، **السنه الحِصّيه** ، ← السنه ، **الشهر الحِصّى** ← شهر .

الحضيض

perigee
périgée *(sm)* .
Erdnähe *(sf)*, **Perigäum** *(sn)*

← الأوج والحضيض .

الحضيض الشمسى

perihelion
périhélie *(sm)*
Perihel *(sn)*, **Perihelium** *(sn)*

هى النقطة فى مدار جرم سماوى يدور حول الشمس ، والتى يكون الجرم السماوى فيها فى أقرب مكان له من الشمس . والنقطة المضاده ، أى أبعد نقطه عن الشمس فى مدار الجرم السماوى ، هى **الأوج الشمسى** . وكلا النقطتين معا هما أوج وحضيض المدار . ومن بين ما نستخدمه لوصف وضع مدار جرم سماوى **طول الحضيض** ، أى المسافة الزاوية بين نقطة الحضيض ونقطة الربيع . ويرمز **بزمن الحضيض** إلى اللحظة الزمنية التى يمر فيها الجرم السماوى خلال نقطة الحضيض فى أثناء حركته حول الشمس . وكل من طول وزمن الحضيض من عناصر المدار .

الحضيض القمرى

Periselen
Périsélén *(sm)*
Periselen *(sm)*

← الأوج والحضيض .

الحضيض المجرّي

pericenter
pericentre galactique *(sm)*
Perigalaktikum *(sn)*

← الأوج والحضيض.

الحضيض النجمي

periastron
périastre *(sm)*
Periastron *(sn)*

← الأوج والحضيض.

حفر (فوهات البراكين)

craters
cratères *(pm)*
Krater *(pm)*, Kratergruben *(pf)*

من تضاريس سطح ← القمر.

الحفّار، الحفيراء

Merope *(L)*.

← الوروار.

حقبه

epoch
époque *(sf)*
Epoche *(sf)*

نقطة زمنية تنسب إليها معلومات فلكية معينه، على سبيل المثال عناصر المدار لجرم سماوي أو إحداثيات هذا الجرم السماوى وكذلك الحضيض الضوئى لنجم متغير.

الحلزونيات العصويه أو القضيبية

barred spirals
spirales barrées *(pf)*
Balkenspirale *(pf)*

من الأشكال الممكنه ← للمجموعات النجوميه.

الحلقه

armillary sphere
sphère armillaire *(sf)*
Armillarsphäre *(sf)*

← الأجهزه الفلكية القديمة.

حلقات زحل

Saturn rings
anneaux de saturne *(pm)*
Saturnringe *(pm)*

← زحل.

حلقة الكريشه

crepe ring
anneau de crêpe *(sm)*
Florring *(sm)*, Kreppring *(sm)*

إحدى حلقات ← زحل.

حلقة C-N-O

C-N-O Cycle
C-N-O Cycle *(sm)*
C-N-O Zyklus *(sm)*

عمليات نووية يتم عن طريقها ← إنتاج طاقة النجوم.

الحمامه

Columba, Col *(L)*
columba
colombe *(sf)*
Taube *(sf)*

إحدى كوكبات نصف الكره الجنوبى ولا ترى فى خطوط عرض أغلب البلاد العربيه، وفيها توجد سحابة ماجلان الصغرى.

الحمل

Aries, Ari *(L)*
ram
bélier *(sm)*
Widder *(sm)*

برج فى نصف الكره الشمالى (يرمز له بالرمز ♈) ويشاهد فى ليالى الشتاء. تعبر الشمس خلال هذا البرج فى مدارها الظاهرى فى الفترة من منتصف أبريل حتى منتصف مايو.

الحوت

Pisces, Psc. *(L)*
fishes
poissons *(pm)*
Fische *(pm)*

أو السمكتان ويرمز له بالرمز ♓. وهو إحدى الكوكبات التى تنتمى إلى دائرة الحيوانات فى منطقة

الاستواء السماوى ويشاهد فى ليالى الخريف . تعبر الشمس فى خلال حركتها السنويه الظاهريه هذا البرج من حوالى منتصف مارس إلى منتصف أبريل . وفى أثناء ذلك فإن الشمس تعبر خط الإستواء السماوى من الجنوب إلى الشمال فى بداية الربيع ، حوالى ٢١ مارس عند نقطة الربيع ، التى تقع فى هذا البرج .

الحوت الجنوبى

Pisces Austrinus, PsA *(L)*
southern fish
poisson australe *(sm)*
südlicher Fisch *(sm)*

كوكبة فى نصف الكرة السماوية الجنوبى تشاهد فى ليالى الخريف . وألمع نجوم هذه الكوكبه هو النجم α ← فم الحوت .

الحور

Alioth *(A)*

النجم ε فى كوكبه ← الدب الأكبر .

حول نجمى

circumstellar
zirumstellaire
zircumastellar

أى موجود حول النجم .

حوليه فلكيه

Yearbook, astronomical almanac
annuaire astronomique *(sm)*
Jahrbuch *(sn)*

هى كتاب يشمل المعلومات الهامة عن التقاويم ، وأماكن الشمس والقمر والكواكب وبعض النجوم الثوابت وكذلك المعلومات عن الكسوف والخسوف وعن إستتار النجوم . وتوجد فى الحوليات معلومات محسوبه مسبقا لأماكن الأجرام السماويه ، على وجه الخصوص للشمس والكواكب ، لكل يوم وللشمس والقمر لكل ساعه وللنجوم الثوابت لكل ١٠ أيام . وبجانب ذلك تشتمل الحوليات على جداول مستفيضه لحسابات الزمن والمواقع .

أشهر الحوليات هى حوليه برلين (منذ عام ١٧٧٦ حتى ١٩٥٩) والحوليه البحريه (فى إنجلترا منذ ١٦٧٩) . ومنذ ١٩٦٠ يظهر على أساس الإتفاقات الدوليه إثنان فقط من الحوليات الكبيرة هما الحوليه الفلكيه الروسيه وحولية المواقع الأمريكيه ، ولم تعد الأخيره تحتوى على معلومات بالنسبة للنجوم . ومنذ هذا الوقت توجد المواقع الظاهريه للنجوم الأساسيه فى الحوليه المسماه بذلك .

يتم حساب المعلومات اللازمه للحوليات فى معاهد حسابات فلكيه متخصصه ويجد هاوى الفلك مشابهات للحوليات الفلكيه بالنسبه لمواقع كل من الشمس والكواكب والقمر فى كتيبات أصدقاء النجوم التى تصدر فى دول كثيره .

الحوليه الفلكيه البرلينيه

Berliner astronomical yearbook
annaire stronmique Berlinaire *(sm)*
Berliner astronomischer Jahrbuch *(sn)*

← حوليه فلكية .

الحوَّيه

Ophiuchus, Oph *(L)*
serpent - bearer
serpentaire *(sf)*
Schlangenträger *(sm)*

إحدى كوكبات منطقة الإستواء السماوى التى ترى فى ليالى الصيف ، وتقسم كوكبة الحيه (الثعبان) إلى قسمين . تصل الحُوَّيه فى بعض أجزائها حتى سكة التبانه ، الغنيه بأشكالها فى هذا المكان ، حيث توجد كثير من السحب اللامعه فى تبادل مع السحب الداكنه ، هذا بالاضافة إلى عديد من الحشود النجميه . ألمع نجم فى هذه الكوكبه هو رأس الحج . تعبر الشمس خلال كوكبه الحوية فى حركتها السنويه الظاهريه من نهاية نوفمبر حتى منتصف ديسمبر وعلى الرغم من وجود الكوكبه فى منطقة البروج ، أى المدار الظاهرى للشمس ، إلا أنها لا تُحصى مع البروج .

الحياة على أجرام سماوية أخرى

life on other heavenly bodies,
vie sur autres corps célesfes *(sf)*
Leben auf andere Himmelskorpern *(sn)*

كان موضوع السؤال عن وجود حياة على أجرام

سماوية أخرى كما هى الحياة على الأرض ، من قبل الخيال أما فى الوقت الحاضر فيلاحظ أن هذا الموضوع قد بدأ فى دخول المناقشات العلميه البحته . وتنشر الأحاديث وخصوصا فى الإتحاد السوفيتى ، الذى يهتم فيه بعض العلماء بإجتهاد بهذا الموضوع ، عن الأسترو بوتانيك وعن الأسترو بيولوجى . وهناك جدل كبير على بعض النتائج .

تحتوى كل الكائنات الحيه على الأرض تركيبات عالية التعقيد من ذرات الكربون والبروتينات كمواد ضروريه للحياه . وهذه المركبات ثابته فقط فى نطاق ضيق من درجة الحراره حوالى من ـ ٢٥ إلى + ٦٠°م . وهناك بعض أنواع الميكروبات يمكنها البقاء لأوقات قصيرة فى درجات حرارة أعلى أو أدنى من هذه القيم . ومن المؤكد أن هذه ليست كائنات حية تامة التطور . كما تتطلب الكائنات الحيه الماء أيضا والغلاف الجوى الذى لا يجب أن يحتوى أزيد من اللازم من الغازات الضاره . وهذه العوامل تحدد وجود الحياه على أساس بروتينى فوق الأجرام السماويه . وليس من المعروف ما إذا كانت هناك على سبيل المثال حياة مختلفة تماما تقوم على تركيبات غير بروتينيه .

وبالنسبه للكواكب فإننا نستبعد وجود الحياه على البعيدة منها عن الشمس ، المشترى وزحل ويورانوس ونبتون وبلوتو لأن درجة الحرارة على كل منها منخفضه بدرجة كبيره ، وكذلك عطارد لقربه الشديد من الشمس ، حيث تصبح درجة الحراره عليه عالية جدا هذا علاوة على غلافه الجوى الرقيق جدا ولايبقى فى المجال المناسب غير الأرض من حيث درجة الحراره إلا كل من الزهره والمريخ . وجو الزهره كثيف جدا لدرجة يصعب معها رؤية ما على سطحها . ويحتوى هذا الغلاف على كثير من ثانى أكسيد الكربون وكل من بخار الماء جزيئات الأكسجين اللذين تم الإستدلال عليهما فقط بكميات قليله . وتقدر درجة الحراره على سطح الزهره بحوالى ٥٠٠° م وهى ما نتجت من قياسات سفن الفضاء . ولهذا فإن ظروف الحياه فوق الزهره غير مناسب بالمره . والحياة ممكنه إلى حد ما فوق المريخ . فدرجة الحراره فى الحيز الذى تكون فيه البروتينات ثابته لوقت طويل . إلا أن الغلاف الجوى . الذى يتكون فى غالبيته من ثانى أكسيد الكربون ويحتوى قليلا بخار الماء والأكسجين الذرى ، رقيق بدرجة كبيره تسمح معها بدخول الإشعاع فوق البنفسجى ، عدو الحياة ، حتى سطح الكوكب . وحتى الآن لم يتمكن أحد من إستنتاج وجود الأكسجين الجزيئى الضرورى لبناء الجزيئات الحيويه على سطح الكوكب . أما التغيير اللونى فى السطح ، الذى يحدث فى أثناء تتابع الفصول المريخيه فإنه يعزى فى الغالب إلى نمو نباتات طفيليه . ولايزال الجدل دائرا حول هذا الموضوع . إن وجود حياة عالية التطور على سطح المريخ أمر بعيد الإحتمال جدا .

وعلى القمر لا توجد حياة . فغلافه الجوى غاية فى الرقه ولا يوجد عليه ماء ، كما أن درجة الحراره تتأرجح دائما فى نطاق يصل إلى ٢٥٠° م . وفوق أقمار الكواكب الأخرى فإن درجات الحراره تشبه مثيلاتها على الكواكب ذاتها ، أى أنه يستبعد وجود الحياه على أغلبها . أما قمرى المريخ فكتلتيهما أصغر مما يلزم للإحتفاظ بغلاف جوى معقول .

إن النظره الحاليه عن نشأة النجوم والكواكب (الكسموجونى) وكذلك إستنتاج وجود المرافقات الشبيه بالكواكب فى النجوم القريبه (النجوم المزدوجه) تعطيان الفرصه للزعم بأن جزءا كبيرا من نجوم الطريق اللبنى والمجموعات النجوميه الأخرى محاطه بكواكب . وكما هو الحال فى المجموعة الشمسيه فإنه فى بعض هذه الكواكب توجد ظروف طبيعيه ملائمة لنشوء الحياه . ولتطور الكائنات الحيه الراقيه لابد أن تظل هذه الظروف المناسبه باقيه لفترات بلايين السنين ، الأمر الذى يتطلب أن تظل

قوة إشعاع النجم المركزى وكذلك تكوينه الداخلى غير متغيرين على مدار هذه المده . كما أن تطور هذا النجم يجب أن يحدث بطريقة بطيئه ، أى لابد أن يكون منتميا إلى نجوم صغيرة الكتله . ولما كانت مثل هذه النجوم تمثل الكتله الرئيسيه فى أى مجموعة نجوميه ، فإن الآراء العلميه الحديثه تستنتج أن الإحتمال كبير لإمكان وجود وتطور حياة راقية ، شبيهه بالانسان تقريبا ، فوق عدد كبير من الكواكب فى الطريق اللبنى والمجموعات النجوميه الأخرى . وبالإضافة إلى ذلك فإن إكتشاف الجزيئات مثل الماء والأمونيا والفورمالد هايد فى غاز ما بين النجوم يوضح لنا أن ظروف تكوين المركبات الهامة لنشأة الكائنات الحيه فى الكون ملائمه جدا .

الحيه أو الثعبان

Serpens, Ser *(L)*
serpent
serpent *(sm)*
Schlange *(sf)*

هى إحدى كوكبات منطقة خط الإستواء وترى فى ليالى الصيف . ولهذه الكوكبه جزءان (حاملى الثعبان) تفصلها كوكبة الحوية يسمى الجزء الشمالى الغربى برأس الثعبان أما الجنوبى الشرقى فيسمى بذيل الثعبان . وأحيانا كثيره توجد الكوكبه ممتده على خرائط الكوكبات والبروج .

حية البحر

Hydrus, Hyi *(L)*
hydrus
hydri australe *(sf)*
kleine Wasserschlange *(sf)*

كوكبة بالقرب من القطب السماوى الجنوبى .

حيود الغاز

degeneracy of gas
dégénérisation de gaz *(sf)*
Gasentartung *(sf)*

← معادلات الحالة .

خارج الأرض

extraterrestrial
extraterreste
extraterrestrisch

خارج الأرض وغلافها الجوى وعكسه أرضى .

خارج المجره

extragalactic
extragalactique
extragalaktisch

هو ما لا يتبع مجرة سكة التبانه وعكسه مجرى .

خالى من النجوم

star free
étoile vide
sternleere

هى المناطق الخاليه من النجوم ، ← الفجوات الخاليه من النجوم .

خرائط النجوم

star maps
carte du ciel *(pf)*
Sternkarten *(pf)*

هو تمثيل بالصور أو الرسم لأجزاء من الكره السماوية تدرج فيها النجوم حسب مواقعها وأقدارها . وتستعمل الخرائط النجومية أو السماوية لتحديد الإتجاهات على الكره السماويه ، وللبحث بطريقه سهله عن الأجسام المعروفة الإحداثيات ، مثل المذنبات والكوكبات . ويستخدم لتحديد مكان نجم أو جسم سماوى ما على الخريطه السماويه نظام إحداثيات متفق عليه . وعموما فإنه يختار لذلك النظام الإستوائى لحقبة معينة (← الإحداثيات) . وفى الخرائط السماويه المرسومه يوجد لمعان النجوم والأجسام السماويه الأخرى ، مثل الحشود النجميه والمجموعات النجوميه الخارجيه وسحب ما بين النجوم والمنابع الراديويه مميزه برموز خاصه . وتحتوى هذه الخرائط المرسومه كل النجوم حتى حد لمعان معين وصغير نسبيا . وعلى العكس من ذلك تصل الخرائط النجوميه المصوره فوتوغرافيا أحيانا أقدارا أكثر . وبينما كانت قديما تؤخذ عده صور منفصله ، فإنه يمكن الآن بمساعدة الأستروجرافات ومرايا ← شميت

الحصول على صورة جيده لمنطقة كبيرة فى السماء من لقطة واحده فقط .

تسمى المجموعه المتكامله من الخرائط النجوميه **بالأطلس النجومى (أطلس السماء)** . ويعتبر أطلس مونت بالومار أكبر أطلس نجومى موجود حتى الآن . وقد جرى أخذ صور هذا الأطلس بأكبر كاميرا ـ شميت ، هى الموجوده فى مرصد مونت بالدمار ، ويتكون هذا الأطلس من ٩٣٥ صوره تغطى السماء بين ميل °٩٠ ، ـ °٣٠ بدون فواصل . وقد تم تصوير كل لقطه من هذه مره فى الضوء الأزرق ومره فى الضوء الأحمر . تبلغ حدود اللمعان لهذا الأطلس القدر ٢١ (فى النطاق الطيفى الأزرق) . وهناك أطلس فوتوغراف للهواه قام بعمله «فيرنبورج» ويغطى كل السماء ويصل إلى القدر الثالث عشر . كما قام «مدور وسماحه» بعمل أطلس نجومى للهواه الخط عوض القاهره يشمل النجوم حتى القدر السادس .

ويتم للأغراض الخاصة رسم أجزاء من السماء على خرائط نجوميه . وبذلك فإننا نستخدم للبحث والتعرف على الكوكبات **خرائط بروجيه** ، وتحتوى هذه على الشريط من السماء الموجود حول البروج . وللتصرف السريع على الإتجاه فى السماء فإنه يناسب الهاوى **خرائط نجوميه ممكنة الاداره** . فمن خلال إزاحة قطع بيضاوى ، تُمثل حافته أفق مكان المشاهده ، على خريطه نجوميه مماثله فإنه يمكن لكل نقطه زمنيه وضع هذا القطع على الجزء المرئى من السماء . ويحدث ضبط نقطة المشاهده بمساعدة مقاييس على حافة الخريطة الدوارة . ويوجد فى آخر الكتاب خرائط نجوميه مرسومه لكل السماء وكذلك خريطه نجوميه دواره . قارن أيضا رسوم وصور الكوكبات والبروج النجوميه الهامه تحت أسمائها .

وقد كانت القياسات السماويه التى قام بها «باير» (أوجوس بورج فى عام ١٦٠٣) والتى رمز فيها للنجوم بحروف إغريقيه (أسماء النجوم) وكذلك خرائط فلاميستيد النجوميه ذات أهميه خاصه .

خرائط نجوميه

المؤلف	الاسم	حدود اللمعان بالقدر	الحقبه
سماحه ومدور	الأطلس الفلكى	٦ر٠	١٩٥٠
كول ـ فلس مان	أطلس السماء	٦ر٠	١٩٥٠
شورج ـ حوتز ـ شيفرز	أطلس السماء	٦ر٣	١٩٥٠
بيكفار	أطلس سوثيلى سكالاناتا بليو	٧ر٨	١٩٥٠
ميخائيلوف	أطلس النجوم	٨ر٠	١٩٠٠
باير ـ جراف	أطلس النجوم	٩ر٣	١٨٥٥
أرجليندر	مصنف بونر	٩ر٥	١٨٥٥
شونيفيلد	مصنف بونر (الجزء الجنوبى)	١٠ر٠	١٨٥٥
فيرنبرج	الأطلس النجومى الفوتوغراف	١٣ر٠	
ــ	خريطه السماء المصورة	١٣ر٠ـ١٣ر٥	
ــ	أطلس مونت بالومار	٢٠ر٠ـ٢١ر٠	

والخمسة خرائط الأولى مناسبه للهواه وكذلك الأطلس الفوتوغراف لفيرنبرج .

خرائط مونت بالومار السماويه

Mount-Palomar sky atlas

هى أطلس سماوى يحتوى على صور فوتوغرافيه لكل السماء الشماليه والسماء الجنوبيه حتى ميل -٣٠°، مأخوذه بالمنظار شميت الكبير فى مرصد مونت بالومار (← خرائط النجوم)

الخريطة البروجيه

ecliptic chart, ecliptic map
carte écliptique *(sf)*
eklyptical Karte *(sf)*

إحدى ← خرائط النجوم ، الخاصه .

خريطة السماء

star maps
carte célese *(sf)*
Himmelskarte *(sf)*

هى ← الخرائط النجوميه .

الخريف

autumn
automne *(sm)*
Herbst *(sm)*

أحد ← فصول السنه .

خسوف القمر

eclipse of the moon
éclipse de la lune *(sf)*
Mondfinsterniss *(sf)*

← الكسوف والخسوف .

الخُصلة

coma
chevelure *(sf)*
Koma *(sf)*

إحدى الأجزاء فى ← المذنب .

خطأ التشييد

mounting error
erreur de monture *(sf)*
Aufstellungsfehler *(sm)*

← آلة القياس الزاوية .

خطأ الصوره

defect of the image
erreur de figure *(sf)*
Abbildungsfehler *(sm)*

← منظار .

خط الإستواء أو خط الاعتدال

line of sight
ligne de visée *(sf)*
Sichtlinie *(sf)*, **Vissionslinie** *(sf)*

(١) خط الإستواء السماوى وهو الخط الذى يقسم الكره السماويه . ويسمى المستوى المار به والعمودى على محور الدوران السماوى بمستوى الاستواء ، ويتخذ أساسا لنوع من الإحداثيات الفلكيه .

(٢) خط الاستواء الأرضى وهو خط تقسيم الكره الأرضيه والمستوى المار به والعمودى على محور دوران الأرض هو مستوى خط الاستواء . ويتساوى بعداه عن كل من القطب الشمالى والجنوبى للأرض . والإستواء الأرضى هو مسقط للإستواء السماوى على سطح الأرض بالنسبة مركزها .

(٣) خط الإستواء المجرى وهو خط تقسيم الكره السماويه الذى يمر بمستوى تماثل المجره أو سكة التبانه . ويمثل هذا المستوى أساسا لاحدى الإحداثيات الفلكيه .

خط البصر

equator
équateur *(sm)*
Aequator *(sm)*

الإتجاه من المشاهد إلى الجرم السماوى .

خط ٢١ ـ سم

21 cm hydrogen line
21 cm raie de l'hydrogène *(sf)*
Einundzwanzig cm linie *(sf)*

خط طيفى تُشعُه أو تمتصه ذرات الهيدروجين من ← مادة ما بين النجوم فى النطاق الراديوى ، وله طول موجى ٢١ سم .

خط هاياشى

Hayashi line
linie de Hayashi *(sf)*
Hayashi-Linie *(sf)*

هو عباره عن حد خطى فى ← شكل هرتز سبرنج ـ رسل يفصل بين منطقة النجوم ذات التوازن

الميكانيكى عن المنطقه التى توجد فيها النجوم الأوليه غير المستقره (← الحشود النجميه ، ← تطور النجوم) . وقد سمى هذا الخط تبعا لإسم مكتشفه هاياشى الفلكى اليابانى .

خطوط بالمر

Balmer lines
raies de Balmer *(pf)*
Balmer Lines

هى خطوط الإمتصاص والإنبعاث فى طيف الهيدروجين المسماه بمجموعة بالمر (← الطيف) . وأطول خطوط بالمر هو الخط (H_α) وطول موجته ٦٥٦٣ أنجشتروم . وتتعدد خطوط بالمر عند حدود تلك المجموعة أى عند حوالى ٣٦٥٠ أنجشتروم ، أى عند طيف بالمر المستمر . وعند هذه الحدود يوجد فى طيف النجوم ما يعرف بإسم **قفزة بالمر** ، وهى عبارة عن تغيير فجائى فى شدة الطيف ينشأ عن الإمتصاص ويختلف مقداره من نوع طيفى إلى آخر . وقد كان السويسرى بالمر (١٨٢٥ - ١٨٩٨) فى عام ١٨٨٥ هو أول من أعلن تبعية هذه القفزه إلى خطوط هذه المجموعة .

الخطوط الطيفيه

spectral lines
raies spectrales *(pf)*
Spetretral - Linien *(pf)*

الطيف .

خطوط طيف السدم

nebular lines
raies nébulaires *(pf)*
Nebellinien *(pf)*

هى خطوط إنبعاث شديده مصدرها أيونات الأكسجين (O^+ ، O^{++}) والنيتروجين (N^+) فى طيف السدم الإنبعاثيه اللامعه ؛ ← غاز ما بين النجوم .

خطوط العرض والطول على الشمس

heliographic latitude and longitude
latitude et longitude héliographique *(sf)*
heliographische Breite und Länge *(sf)*

هى خطوط إحداثيات على الكره الشمسيه لتحديد المواقع فوق سطح الشمس ؛ ← الشمس .

خطوط فراونهوفر

Fraunhofer lines
raies de Frauenhofer *(pf)*
Fraunhofer - Linien *(pf)*

هى خطوط الإمتصاص فى طيف ← الشمس .

خطوط الكالسيوم الثابته

fixed calcium lines
lignes fixes du calcium *(pf)*
ruhende Kalzium - Linien *(pf)*

هى خطوط إمتصاص فى أطياف النجوم ناشئة من ← غاز ما بين النجوم .

خطوط الكورونا

corona lines
raies de la cournonne *(pf)*
Koronallinien *(pf)*

هى خطوط إنبعاث فى طيف ← الكورونا الشمسيه .

خطوط ليمان

Lyman lines
raies de Lyman *(pf)*
Lymanlinien *(pf)*

هى الخطوط الطيفيه الممتصه بواسطة مستوى الخمود فى ذرات الهيدروجين أو المنبعثه منه فى حالة الإنتقال من هذا المستوى أو إليه على التوالى (← الطيف) ؛ وتنتمى هذه الخطوط إلى مجموعة ليمان ، التى إكتشفها فى عام ١٩٠٦ تيودور ليمان الفيزيائى الأمريكى .

الخطوط الممنوعه أو المحرمه

forbidden lines
raies interdite *(pf)*
verbotene Linien *(pf)*

هى خطوط طيفيه لاتحدث فى الحاله العاديه أى فى الظروف المعمليه ، وذلك لأنها تنشأ من الإنتقالات المحرمه للإليكترونات إلى مستويات طاقة أخرى ؛ أما فى الظروف المتطرفه ، على سبيل المثال فى غاز ما بين النجوم ، فيمكن أن تحدث هذه الانتقالات بكثره ولذلك تظهر هنا أيضا خطوط محرمه قويه فى شدتها (← تركيب الذره) .

خطوط الهيدروكسيل OH

OH - lines
lignes d'OH *(pf)*
OH - Linien *(pf)*

هى خطوط طيفيه تنبعث أو تمتص بواسطة جزيئات OH (الهيدروكسيل) الغير نجميه فى النطاق الراديوى ؛ ←الإشعاع الراديوى ، ←غاز ما بين النجوم .

الخنادق القمريه

rills
rainures *(pf)*
Rillen *(pf)*

←الشقوق القمريه .

الخوارزمى

Al-Khwarismi

هو محمد بن موسى الخوارزمى . أصله من خوارزم . عاش فى عصر المأمون وتوفى حوالى عام ٨٥٠ . برع فى الرياضيات والفلك ، فكان أول من أطلق لفظة الجبر على العلم المعروف بهذا الإسم . وألف فى الجبر بصورة علمية منتظمة . وكان كتابه الجبر والمقابلة منهلا لعلماء الغرب على السواء ، فاعتمدوا عليه فى بحوثهم وأخذوا عنه كثيرا من النظريات . أعد جدولا فلكيا سماه «السند هند» إستعان به العرب بعد ذلك فى جداولهم الفلكية . ولما للخوارزمى من أفضال على تقدم اللعلوم فقد تم إطلاق إسمه على إحدى مناطق الجانب الآخر من سطح القمر .

د

دائرة الأفق

horison
horizon *(sm)*
Gesichtskreis *(sm)*

←الأفق .

دائرة الإنقلاب (مدار الإنقلاب)

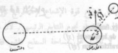
tropic
tropique *(sm)*
Wendekreis *(sm)*

هى دائره محدده توازى خط الاستواء . وهناك **مدار السرطان** ويطلق على (أ) دائرة الميل على الكره السماويه التى تتواجد فيها الشمس وقت الإنقلاب الصيفى ، عند حوالى ٢١ يونيو ، وأعلى ميل لها فى الشمال ٢٧ ٢٣ (كانت قديما فى برج السرطان وحاليا فى كوكبة التوأمين) . وتنقلب الشمس فى مدارها الظاهرى عند هذه الدائره مقتربة ثانية من خط الإستواء ، (ب) الدائرة الموازية على سطح الأرض والتى تتعامد فوقها الشمس فى وقت الإنقلاب الصيفى (العرض الجغرافى ٢٧ ٢٣ شمالا) . وهناك أيضا **مدار الجدى** ويطلق على (أ) دائرة الميل على الكره السماويه ، والتى تتواجد فيها الشمس وقت الإنقلاب الشتوى عند حوالى ٢١ ديسمبر بأكبر ميل جنوبى ٢٧ ٢٣ (كانت قديما فى برج الجدى وحاليا فى برج الاسد) . وفى هذه الدائره تنقلب الشمس ثانية مقتربة من خط الإستواء ، (ب) الدائره الموازيه على الأرض ، والتى تتعامد عليها الشمس فى وقت الإنقلاب الشتوى (العرض الجغرافى ٢٧ ٢٣ جنوبا) .

دائرة البروج

zodiac
zodicque *(sm)*
Eklyptic *(sf)*, **Tierkreis** *(sm)*

هى الدائره الكبرى التى يقع فيها مستوى مدار الأرض حول الشمس ويقطع الكره السماوية التى كانت تعتقد لا نهائيه فى الكبر . ومستوى مدار الأرض **(المستوى البروجى)** يعرّف لذلك بأنه المستوى الذى يشمل الخط الواصل بين مركز الشمس ومركز ثقل نظام الأرض والقمر وإتجاه دوران مركز ثقل هذا النظام حول الشمس . ولا ينطبق مركز ثقل نظام الأرض والقمر مع مركز الأرض ، بل يقع مركز الثقل حوالى ٤٧٠٠ كم بعيدا عن مركز الأرض



لتوضيح تعريف مستوى دائرة البروج . وتدل S على مركز ثقل مجموعة القمر والأرض M .

(حوالى ١٧٠٠ كم تحت سطح الأرض) وعلى الخط الواصل بين كل من مركزى الأرض والقمر . وتعتبر الإحداثيات البروجيه فى الأرصاد الفلكيه منسوبه لمركز الأرض ، التى تتأرجح بدوره طولها حوالى شهر وذلك بمقدار بسيط حول مستوى البروج ، بسبب دوران كل من الأرض والقمر حول مركز ثقلها المشترك . وتبعا لموقع الأرض فى وقت الرصد جنوب أو شمال مستوى البروج فإن لمسقط مركز الشمس على الكره السماويه كما يُرى من مركز الأرض قيمة عرض بروجى بسيطه موجبه أو سالبه على التوالى . وعرض الشمس البروجى لا يتعدى ٨ر" بأى حال من الأحوال . لهذا السبب فإن مدار الشمس السنوى الظاهرى على الكره السماويه ينطبق جيدا مع دائرة البروج .

تتواجد الشمس فى حوالى الحادى والعشرين من مارس والثالث والعشرين من سبتمبر فى نقطة تقاطع دائرة البروج مع خط الإستواء السماوى . وهذان هما وقتى تساوى الليل والنهار (الإعتدالين) : وتسميان بنقطى الربيع والخريف على التوالى . وفى حوالى الحادى والعشرين من يونيو تصل الشمس إلى أقرب نقطة إلى الشمال على دائرة البروج ، وفى حوالى الحادى والعشرين من ديسمبر إلى أقرب النقط إلى الجنوب . وهذان هما وقتى بداية الصيف والشتاء وتسميان بنقطتى الانقلاب (نقطتى إنقلاب الشمس) على التوالى . وكل من نقط الربيع والخريف والصيف والشتاء يبعد عن الأخر بمقدار ٩٠ْ .

تقطع دائرة البروج مستوى الاستواء السماوى بزاويه تسمى ميل دائره البروج وتقدر بحوالى ٢٧ ٢٣ وهى متغيره نتيجة تبادر الإعتدالين والترنح اللذان يُحدثان تغييرا فى وضعى كل من دائره البروج ومستوى الإستواء بالنسبه للنجوم الثوابت (←تبادر الإعتدالين) .

تسمى النقطتان اللتان تصنعان زاوية مقدرها ٩٠ْ مع كل نقطه على دائره البروج بقطبى دائرة البروج . ويقع القطب الشمالى للبروج فى نصف الكره الواقع شمال مستواها الإستوائى ، وما يقابله فى نصف الكره السماوى الجنوبى هو القطب الجنوبى للبروج

يطلق على حزام بعرض بضع درجات على جانبى دائرة البروج منذ القدم دائرة الحيوانات . ويرجع إسم البروج إلى إمتداد هذا الحزام على البروج المعروفه كما يرجع معناها بالأغريقيه إكلبتك إلى كلمة يونانية إكلبس ومعناها إختفاء ويرمز بها إلى الكسوف والخسوف أى إختفاء أى من الشمس أو القمر ، الأمر الذى يحدث عندما يكون القمر قريبا مباشره لاحدى نقط تقاطع مسقط مداره على الكره السماويه مع دائرة البروج .

تحتوى دائره الحيوانات على **البروج الاثنى عشر** الحمل ، الثور ، التوأمان ، السرطان ، الأسد ، العذراء ، الميزان ، العقرب ، القوس ، الجدى ، الدلو ، الحوت . وكوكبه الحويه التى توجد فى منطقة البروج لا تنتمى إلى دائره الحيوانات . والبرج (فى ←التنجيم) عباره عن منطقة حوالى ٣٠ْ من حزام دائرة الحيوانات ، ينتظم فيها البروج السابقة . وللبروج المختلفه ← رموز خاصه .

دائره الزوال

meridian circle
cercle méridian *(sm)*
Meridiankreis *(sm)*

←آلة القياس الزاويه .

دائرة الساعه

hour circle
cercle horaire *(sm)*
Stundenkreis *(sm)*

هى كل دائره كبرى على الكره السماويه تقطع

خط الإستواء السماوى فى زاويه قائمه (الشكل ، ←الإحداثيات) .

دائره الطول

meridian
méridien *(sm)*
Längenkreis *(sm)*

(١) فى الفلك هى كل دائره كبرى على الكره السماويه متعامده على أى من خطى الإستواء المجرى أو السماوى . (٢) فى الجغرافيا أحد خطى زوال متقابلين على سطح الأرض (← خط الزوال) .

الدائره العموديه

vertical circle
cercle vertical *(sm)*
Vertikalkreis *(sm)*

(١) هى دائرة كبرى عموديه على الأفق وتمر خلال سمت مكان الرصد (الشكل ، ←الإحداثيات) وتمر الدائره العموديه الأولى خلال نقطتى الشرق والغرب . (٢) هى ←آلة القياس الزاويه .

درابر

Draper

هو عالم فيزيائى من أمريكا الشماليه ولد بتاريخ ٧ مارس ١٨٣٧ فى مدينة فرجينيا وتوفى بتاريخ ٢٠ نوفمبر ١٨٨٢ فى نيويورك . وقد عنى «درابر» برصد وتصوير الأجرام السماويه وأطيافها فى مرصده الخاص . وأهدت أرملة دارابر كمية كبيره من المال إلى مرصد هارفارد تم بواسطتها تمويل مصنف هنرى درابر .

دالة قوة الإشعاع

luminosity function
fonction de luminosité *(sf)*
Leuchtkraftfunktion *(sf)*

هى توزيع الشيوع النسبى للنجوم بالنسبه لقوة الإشعاع التى تتخذ من اللمعان المطلق مقياسا لها ، ويمكن الحصول على توزيع قوة الإشعاع بتعيين إختلاف المنظر لكل النجوم فى حيز معين من سكة التبانه . ومن إختلاف المنظر واللمعان الظاهرى يتم حساب اللمعان المطلق للنجوم . وبإحصاء النجوم ذات اللمعان الحقيقى الواحد نحصل على توزيع قوة الاشعاع . يقتصر تحديد توزيع قوة الإشعاع بهذه الطريقه على النجوم القريبه من الشمس والتى يمكن لها تعيين إختلاف المنظر بالدقة المطلوبه . ولو عرفنا المسافه إلى حشد نجومى فانه يمكن على الأقل بالنسبه للنجوم اللامعه فى هذا الحشد تحديد توزيع قوة الإشعاع ، لأن اللمعان المطلق ينتج من الظاهرى المقاس .

ينتج توزيع مختلف لقوة الإشعاع فى مناطق مختلفه من سكة التبانه ؛ فبالقرب من مستوى المجره يزداد شيوع النجوم ذات النوع الطيفى المتقدم واللمعان المطلق العالى عما عليه الحال عند الأبعاد الكبيره . وبتطبيق قوة الاشعاع فى الإحصاء النجومى يمكن تدارك هذا الفارق ولكن بصعوبة بالغه . ولابد لنا فى غالب الأحيان من إفتراض أن توزيع قوة الإشعاع فى كل سكة التبانه مماثل للمنطقه المجاوره للشمس .

عدد النجوم مختلفة النوع الطيفى فى كل ١٠٠٠ بارسك مكعب

النوع الطيفى	نجوم التتابع الرئيس	العمالقة	الأقزام البيضاء
O	٠ر٠٠٠٠٣		
B	٠ر١		١
A	٠ر٥		٢
F	٣	٠ر٠٥	١
G	٦	٠ر٢	٠ر٦
K	١٠	٠ر٥	
M	٥٠	٠ر٠٣	

لا يكفى توزيع قوة الإشعاع لإستخراج توزيع النجوم إلى عالقه أو نجوم التتابع الرئيسى . لأن قوة الإشعاع لا تعتمد على مساحة السطح المشع فقط ولكن أيضا على درجة الحراره الفعاله للنجم . فنجوم التتابع الرئيسى التى لها درجات حراره فعليه عاليه يمكن أن تكون لها نفس قوة الإشعاع مثل العالقه منخفضه درجة الحراره الفعاله . ويعطى الجدول الشيوع الحقيقى للعالقه ونجوم التتابع الرئيسى ذات الأنواع الطيفيه المختلفه وذلك فى المنطقه القريبه من الشمس .

دالة مدة الدوره وقوة الاشعاع

period - luminosity function
fonction de periode et luminosité *(sf)*
Period - Leuchtkraftfunktion *(sf)*

هى علاقة بين دورة التغير الضوئى وبين اللمعان المطلق ← لنجوم دلتا قيفاوى .

دايموس

Deimos

أحد ← تابعى المريخ .

الداين

dyn
dyne *(sf)*
Dyn *(sn)*

وحدة القوة ١ داين = ١٠^-٥ نيوتن = ١ جم .سم .ث^-٢ .

الدب

bear
ourse *(sf)*
Bär *(sm)*

كوكبتان فى نصف الكره الشمالى (١) **الدب الأكبر** وهو أكبر كوكبه فى نصف الكره السماويه الشمالى ويبق النجم (α) أو الدبه منه دائما فوق الأفق فى خطوط عرض شمال البلاد العربيه . وتمثل نجومه السبعه (α ، β ، γ ، δ ، ε ، ξ ، ζ) **العربه الكبرى** (المغرفه) بشكلها المميز السهل معرفته فى السماء . (وفى المفهوم العام فان



نجوم العربه فى كوكبتى الدب الأكبر والدب الأصغر .

	إسم النجم	اللمعان (بالقدر)	النوع الطيفى	نوع قوة الاشعاع	المسافة (بارسك)
الدب الأصغر	α = نجم القطبية	٢٫١	F8	Ib	٢٠٠
	β = القحاب	٢٫٠	K4	III	٣٣
الدب الأكبر	α = الدبه	١٫٨	G9	III	٣٠
	β = الميراق	٢٫٤	A1	V	٣٣
	γ = فخذ الذئب	٢٫٤	A0	V	٣٣
	δ = المغرز	٣٫٤	A2	V	٣٣
	ε = الآليه				
	الجون ، الحور	١٫٨	A0p		٢٥
	ξ = ميزار	٢٫١	A2	V	٢٦
	η = بنت نعش	١٫٩	B3	V	٧٠

العربه الكبرى هى نفسها الدب الأكبر). تعرف النجوم المبتده من صندوق العربه أحيانا بذيل الدب الأكبر. والنجم ζ فى العربة الكبرى يسمى ميزار أو مئزر. وعلى بعد ١٢ بالكاد يوجد بجواره نجم ألكُور أو السهى الذى يقل لمعانه عن ميزار بحوالى قدرين. ويستطيع ذوى العيون الحادة رؤية الكور بالعين المجرده، ومن هنا يسمى هذا النجم «مختبر العين». ويرى ميزار فى المنظار كنجم بصرى مزدوج يبعد عضواه بحوالى ١٤ عن بعضهما. يتواجد الدب الأكبر فى الربيع فى أعلى وضع له فى السماء وفى الصيف مائلا ناحية الغرب من نجم القطبيه وفى الشتاء مائلا إلى الشرق منها أما فى الخريف فيرى فى الغالب منه نجم الدبه وتختفى باقى النجوم تحت الأفق. كل ذلك منسوب إلى منتصف الليل ومن خلال موقع الدب الأكبر فى السماء يمكن تعيين الوقت النجمى؛ فبين النجمين α، δ تمر دائرة الساعة ١٢. فإذا ما قابلت هذه الدائره نقطه الشمال على الأفق فإن نقطه الإعتدال الربيعى تكون فى العبور العلوى أى أم الزمن النجمى يكون صفر.

(٢) **الدب الأصغر** وهو كوكبه معروفه يقع فيها القطب الشمالى للسماء. وتوجد هذه الكوكبه فى خط عرض البلاد العربيه دائما فوق الأفق. وتمثل ألمع النجوم فى الكوكبه شكلا يعرف **بالعربه السماويه الصغرى**. وأقصى نجم عن صندوق العربه هو نجم القطبيه.

الدب الأصغر

Ursa Minor, UMi *(L)*
little bear
petite ourse *(sf)*
kleiner Bär *(sm)*

←الدب.

الدب الأكبر

Ursa Major, UMa *(L)*
great bear
grande ourse *(sf)*
grösser Bär *(sm)*

←الدب.

الدبران

Aldebran *(A)*

ألمع نجم α فى برج الثور وهو من القدر الظاهرى البصرى ٠,٨م، والنوع الطيفى K5 ونوع القوة الشعاعيه III. أى أن النجم من العمالقه الحمر. يبلغ قطر النجم ٣٦ مره مثل قطر الشمس ولمعانه أكثر مئات المرات من لمعانها. وعلى العكس من ذلك فإن درجة حرارته الفعاله تبلغ فى المتوسط ٣٦٠٠° ولهذا يبدو محمرا. يبعد الدبران عنا بمسافة ٢١ بارسك أى ٦٨ سنه ضوئيه. وهو عبارة عن نجم مزدوج ومرافقه أقل منه لمعانا ويبعد عنه بمقدار ٣١.

الدبيات

ursids
ursids *(pf)*
Ursiden *(pm)*

← تيار شهب.

الدبه

Dubhe (A)

النجم α فى كوكبة ←الدب الأكبر.

دراكونى

draconic
draconique
drakonistisch

منسوب إلى عقدتى مدار القمر، وهناك أيضا←الشهر الدراكونى.

الدراكونيات

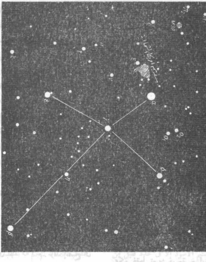
draconid shower
draconids *(pm)*
Draconiden *(pm)*

تيار شهب، ← التنينيات.

الدجاجه

Cygnus, Cyg *(L)*
northern cross
cygne *(sm)*
Schwan *(sm)*

إحدى الكوكبات الشهيره فى نصف الكره الشمالى وترى فى ليالى الصيف والخريف. ويمكن تصور ألمع النجوم فى الكوكبه متصله بصليب مربوط بخيط طويل. ومن هنا فإن الدجاجه تسمى أحيانا بالصليب



كوكبة الدجاجه ، والنجم هو الذنب ولمعانه من القدر ١٫٢٣ ، ونوعه الطيفى A2 ونوع قوته الإشعاعيه Ia .

الشمالى . وألمع نجم α يسمى ← الذنب ، ينتمى إلى المثلث الصيفى . والنجم β الذى يطلق عليه ← منقار الدجاجه هو أشهر النجوم المزدوجه الكثيره فى كوكبه الدجاجه . يمر الطريق اللبنى خلال الكوكبه ويتشعب ويظهر على شكل سحابات نجميه لامعه . وتوجد فى الكوكبه تجمعات نجوميه كثيره مثل M39 ، وكذلك سحابات قاتمة وكثير من السدم المجريه المضيئه أشهرها ← سديم أمريكا الشماليه ، الذى يمكن رؤيته بواسطة مرقب ضعيف فى ظروف الرصد الملائمه .

وتوجد كذلك سلسله من ← المنابع الراديويه ومنها النبع **الدجاجه -A** أحد المنابع الشهيره فى كل السماء ، على بعد حوالى ٤° غرب النجم γ الدجاجه .

درجه الحرارة

temperature
témperature *(sf)*
Temperature *(sf)*

هى مقياس للمحتوى الحرارى لجسم ما . ولا يجب الخلط بين كل من الحراره ودرجة الحراره . فالحراره تمثل إحدى مظاهر الطاقه .

ولقياس درجة الحراره يمكن إستخدام كل خواص اكياده المعتمده على درجة الحرارة فعلى سبيل المثال يمكن قياس درجة الحرارة من شدة الإشعاع المنبعث من الجسم ، على أن يقاس (١) الإشعاع المنبعث من وحدة المساحه فى وحدة الزمن ، وكذلك (٢) شدة الإشعاع بالاعتماد على طول الموجه أو (٣) درجة الحراره من الشده النسبيه للخطوط الطيفيه ، التى يمكن أن تكون موجوده فى الإشعاع المنبعث من

الجسم . وهناك إمكانية أخرى تتمثل فى (٤) إستنتاج طاقة حركة الجسيمات فى داخل الجسم المراد قياس درجة حرارته . وتعتمد شدة الإشعاع الكلى ، المنبعث من جسم ما ، على درجة الحراره ، بحيث تزداد الشده مع زيادة درجة الحراره . وإذا ما دققنا النظر فى إعتماد شدة الإشعاع على طول الموجه لوجدنا أنهما مرتبطان معا ، بحيث أنه مع زيادة درجة الحراره يشتد بدرجة أكبر الإشعاع قصير الموجه . وليس من السهل معرفة مدى إعتماد شدة الخطوط الطيفيه على درجة الحراره ، لانها تعتمد من بين عوامل أخرى على درجة تأين الماده المراد تعيين درجة حرارتها . وتتناسب طاقة الحركة المتوسطه لجسم ما مع درجة الحراره .

يتم قياس درجة الحراره بمقاييس مختلفه . وفى الحياة اليوميه يغلب إستعمال مقياس ـ سلسيوس ، الذى تعطى فيه درجة الحراره °م (بالدرجة سيلسيوس) . وفى هذا النظام يناظر ذوبان الجليد درجة صفر°م وغليان الماء ١٠٠°م . وقد إتضح أن أى جسم لا يمكن أن تقل درجة حرارته عن ـ ٢٧٣,١٥°م (الصفر المطلق) . لذلك يبدو من المعقول فى كثير من المسائل إستخدام مقياس آخر لدرجة الحراره يبدأ من الصفر المطلق . ودرجة الحراره المحصاه بهذه الطريقه تسمى درجة الحراره المطلقه ك (أو درجة كلفن) . يتم الحصول على درجة الحراره المطلقه بإضافة ٢٧٣,١٥ إلى درجة الحراره المئويه ؛ فمثلا صفر°م = ٢٧٣,١٥° ك .

فى الحالات التى يوجد فيها الجسم فى حالة تعادل حرارى ديناميكى تؤدى الطرق المختلفة لقياس درجة الحراره إلى نفس القيمة العددية من درجة الحراره . وعلى العكس من ذلك يمكن أن تنتج من الطرق المختلفة درجات حراره مختلفة تماما للأجسام التى لا توجد فى حالة تعادل ديناميكى حرارى وفى هذه الحاله يفقد إصطلاح درجة الحراره معناه . وكثير من الأجسام الفلكيه ، التى تقاس درجة حرارتها بواسطة الأرصاد ، مثل الغلاف الجوى للنجوم ، أو مادة ما بين النجوم ، لا توجد فى حالة تعادل ديناميكى حرارى . لذلك نتوقع أن تختلف درجات الحراره عن بعضها ويصعب المقارنه فيما بينها .

تُنسب درجة الحرارة دائماً إلى جسم مثالى أسود . يتحقق التعادل الديناميكى الحرارى تماماً بالنسبة له . وفى مثل هذا الجسم يعطى قانون « ستيفان ـ بولتزمان » شدة الاشعاع الكلى ، كما يعطى قانون بلانك الاشعاعى (← قوانين الاشعاع اعتماد شدة الاشعاع على طول الموجة . ولتحديد درجة حرارة جسم ما فاننا نقارن ، على سبيل المثال ، شدة اشعاعه أو توزيع شدة اشعاعه الطيفية مباشرة ـ أو غير مباشرة عن طريق تقديرات منابع اشعاعية أخرى ـ مع جسم أسود .

درجات حرارة النجوم : إن إحدى الواجبات الهامة للفيزياء الفلكية هى تعيين درجات حرارة النجوم . وخلال الأرصاد يمكن فقط تعيين درجة حرارة الطبقات التى يصلنا منها الاشعاع . تسمى مثل هذه المناطق ← بالغلاف الجوى النجمى . وعلى ذلك فإننا نعنى بحديثنا عن درجة الحرارة الناتجة من الأرصاد لنجم ما دائماً درجة حرارة غلافه الجوى . أما درجة حرارة النجوم ، أى المناطق التى لا تصلها الأرصاد المباشرة ، فيمكن استنتاجها حسابياً فقط (← تركيب النجوم) .

وفى أثناء تعيين درجة حراره الغلاف الجوى النجمى لا يمكن إجراء مقارنةً مباشره بين إشعاع النجم وإشعاع جسم أسود ، لأن ضوء النجم عليه أن يمر فى طريقه إلى جهاز الرصد بالغلاف الجوى الأرضى . وفى هذا الغلاف يتم امتصاص الاشعاع المختلف فى طول الموجه بدرجات متباينه ، الأمر الذى يؤدى إلى تغيير توزيع شدة الإشعاع (←الطيف) وهذا الإمتصاص الإنتخابى يخضع ، بالاضافة إلى ذلك ، لتأرجحات يوميه حسب فصول السنه وأخرى

غير منتظمه ، يمكن بصعوبه أخذها فى الإعتبار . وفى الطريق داخل جهاز الرصد يحدث أيضا إمتصاص إنتخابى . ولما كان إشعاع الجسم الأسود يتم رصده بنفس الجهاز أيضا ، فإنه يتغير بنفس الطريقه فى داخل الجهاز مثل إشعاع النجم . ومن الفرق بين توزيع شدة الإشعاع النظرى فى الجسم الأسود والتوزيع المقاس يمكن معرفة الإمتصاص الإنتخابى داخل الجهاز ، فنعمل على تداركه عند قياس توزيع الشده فى إشعاع النجم . ومما يقلل من قيمة مقارنة إشعاع النجم بإشعاع جسم أسود أن درجة حرارة الأخير لا يمكن أن تزيد عن ٢٥٠٠ درجة كلفن ، بينما درجة حرارة النجم أعلى من ذلك بكثير فلنجوم AO التى تستعمل غالبا فى المقارنه درجات حراره حوالى ١٠٠٠٠ كلفن . كل هذه الصعوبات ، التى تؤدى بسهولة إلى أخطاء منتظمة ، تمثل الأسباب التى حالت حتى الآن دون المقارنه مباشرة بين إشعاع النجوم وإشعاع الجسم الأسود إلا فى عدد قليل من النجوم . وإذا ما تم ذلك مره بالنسبه لبضع نجوم فإنه يمكن إعتبارها قياسيه ويتم بواسطتها مقارنه شدة طيف النجوم الأخرى .

وبشئ من التفصيل فإننا نفرق بين درجات الحراره الآتيه لنجم ما :

(١) **درجة الحراره الفعاله** T_e للنجم وهى عباره عن درجة الحراره التى عليها جسم أسود يشع نفس الكميه من الطاقه لكل وحده مساحة فى وحدة الزمن مثل النجم . وحسب قانون ستيفان ـ بولتزمان الإشعاعى فإن درجة الحراره الفعاله ترتبط مع قوة الإشعاع L ، والقطر D للنجم خلال العلاقه :

$$T_e^4 = \frac{L}{\sigma \pi D^2}$$

: حيث σ = ثابت ستيفان ـ بولتزمان ، π = ٣٫١٤ ، النسبه التقريبيه ولتحديد درجه الحراره الفعاله يلزم تعيين إشعاع النجم أى قوة إشعاعه على طول الطيف . وهذا ممكن بالنسبه للنجوم التى يتم إستخراج أقطارها بواسطة طرق أخرى ؛ لأنه يمكن فقط لهذه النجوم تحديد ما ينبعث من إشعاع من وحدة المساحة فى وحدة الزمن . ولهذه النجوم القليله يمكن حقيقه قياس الجزء من الاشعاع ، الذى يمتصه الغلاف الجوى الأرضى . من هنا تتضح إستحالة قياس دقيق لأى حراره فعالة للنجوم من على سطح الأرض ، وإنما يمكن فقط الحصول على قيم تقريبيه تقل عن القيم الحقيقيه . وعلى سبيل المثال يقدر ما لا يصل إلينا من إشعاع الشمس فى النطاق فوق البنفسجى من الطيف بسبب الإمتصاص فى غلاف الأرض الجوى إلى حوالى ٣٫٤٪ وفى المنطقة تحت الحمراء ٢٫٠٪ .

(٢) **درجة حرارة الإشعاع** Tst لنجم ما هى درجة الحراره التى يكون عليها جسم أسود يشع فى وحدة الزمن ومن وحدة المساحه نفس الكميه من الطاقة فى نفس المنطقة الطيفيه مثل النجم . وفى حين أنه لا يمكننا من فوق سطح الأرض تعيين درجة الحراره الفعاله لنجم ما بسبب إمتصاص جو الأرض فى كل من المنطقتين فوق البنفسيجيه وتحت الحمراء ـ حسب تعريف درجه الحراره الفعاله لابد من أخذ هذه المناطق أيضا فى الإعتبار ـ فإننا نستطيع دائما تعيين درجة حرارة الإشعاع . ونحتاج فى ذلك فقط إلى إختيار مناطق طيفيه موجودة فى مجال نفاذية الغلاف الجوى الأرضى . وحسب النطاق الطيفى تحت الفحص فإننا نخص بالذكر على سبيل المثال درجة حرارة الإشعاع البصرى أو الفوتوغرافى أو تحت الأحمر . وتضم درجة الحراره البولومتريه كل النطاق الطيفى ، وهى بذلك تطابق درجة الحراره الفعاله .

(٣) **درجة الحراره السوداء** يبدو معقولا فى كثير من الأغراض إختيار نطاق طيفى ضيق جدا يتم استخدمه فى المقارنه بين شدة إشعاع النجم وشدة إشعاع الجسم الأسود ، أى تحديد شدة الإشعاع فى طول موجى معين . وتدل درجة الحراره السوداء لنجم ، عند هذا الطول الموجى على درجة الحراره التى يكون عليها جسم أسود يُشع فى وحدة الزمن ومن وحدة المساحة

عند هذا الطول الموجى نفس الكميه من الطاقة مثل النجم . ودرجه الحراره السوداء مناسبة بدرجة خاصه لوصف الإختلاف عن الإشعاع الأسود .

(٤) درجة حرارة اللون T_c بجانب شدة الإشعاع فى كل الطيف أو فى نطاق طيفى ؛ أو عند طول موجى ما ، فإنه يمكن أيضا إستخدام توزيع شدة الطيف أى شكل منحنى الطاقه لتعيين درجة الحراره . وتظهر بالنسبه للعين توزيعات متباينه من الطاقه للأجسام التى تشع فى الألوان المختلفه . لذلك فإن درجة الحراره الناتجه من توزيع شدة الضوء تعتبر أيضا إحدى درجات الحراره . وتدل درجة حراره اللون T_c لنجم ما فى نطاق طيفى معين على درجة الحراره التى يكون عليها الجسم الأسود عندما تصبح توزيع شدة الاضاءه فى إشعاعه فى النطاق الطيفى تحت الإعتبار مساوية لها فى إشعاع النجم . وعلى الرغم من أنه يستعمل فقط فى مقارنة شدة الإضاءه هذه طيف النجم المستمر ، فإننا نحصل بالنسبه لدرجات حرارة اللون على إختلافات كبيره فى مناطق الطيف المختلفه . ويأتى ذلك من عدم تساوى إختلاف إشعاع النجم مع يناظره من إشعاع الجسم الأسود فى كل الأطوال الموجيه .

(٥) درجه الحراره التفاضلية إذا ما صَغَّرنا النطاق الطيفى تحت الإختبار أكثر فإن درجة حرارة اللون تتحول إلى درجة حراره التدرج أو درجة الحراره التفاضلية . يقال إن درجة الحرارة التفاضلية لجسم ما T_G ، عندما تكون الزياده (التفاضل) فى منحنى طاقه هذا الجسم عند طول موجى معين مساوية لما عليه الجسم الأسود ذو درجة الحراره T_G عند نفس الطول الموجى .

(٦) درجة حرارة الأثارة ودرجة حرارة التأين : تمتص أيونات نفس العناصر ، ولكن مختلفة الإثاره خطوطا طيفيه مختلفه . وتعتمد النسبه بين شدتى خطين من هذه الخطوط على حالة الإثاره ، التى تتحكم فى توزيع الذرات على مستويات الاثاره المختلفه . وحالة الإثاره تتوقف بدورها على درجة الحراره فى الغلاف الجوى النجمى . لذلك فإنه من الممكن بواسطة خطى إمتصاص ناشئين من ذرات نفس العنصر ولكن من إثنين من مستويات الإثاره المختلفه ، إستنتاج درجة حرارة الغلاف الجوى النجمى . تسمى مثل درجة الحراره هذه بدرجة حرارة الإثاره . وعلى نفس المنوال يمكن تحديد درجة الحراره بفحص خطوط طيفيه ناشئة من ذرات نفس العنصر ولكن من درجات تأين مختلفه . وتقابلنا فى تحديد درجة حراره التأين هذه صعوبة منشؤها أن درجة التأين لا تعتمد على درجة الحراره فقط وإنما على الضغط السائد فى غلاف النجم أيضا .

(٧) درجة حرارة الحركه T_k ودرجة حرارة الاليكترونات : تكمن إمكانية أخرى لتحديد درجة الحراره فى دراسة حركة جسيمات الغاز . فإذا كان الغاز فى حالة تعادل حرارى ديناميكى مع ما حوله ، فإنه يسود توزيع ماكسويلى (نسبة إلى «ماكسويل» ، أى أن العدد النسبى للجسيمات ذات سرعه محدده يعتمد على درجة حراره الغاز ويحدده قانون توزيع معين . فبين القيمه المتوسطه لطاقه الحركه وطاقة الحركه $\frac{1}{2}mv^2$ للجسيمات ؛ حيث m وزن الجسيم ، v السرعه المتوسطه ، وبين درجة حرارة الحركة توجد العلاقه $\frac{1}{2}mv^2 = \frac{3}{2}kT_k$ ؛ حيث ثابت بولتزمان . فإذا ما أمكن بطريقة ما تحديد طاقة الحركة المتوسطة للجسيمات فإنه يمكن بمعونة هذه العلاقه حساب درجة حراره حركة الغاز . وبذلك تنتج أيضا درجه حرارة الإليكترونات . يتم تطبيق هذه العلاقة أيضا ، عند عدم وجود تعادل حرارى ديناميكى ، مثلا فى مادة ما بين النجوم . وهناك أيضا درجة حرارة طاقة الحركة المتوسطة للجسيمات .

عند تحديد درجة حرارة النجوم تنتج من درجات

الحراره المختلفه قيماً عدديه متباينه ، وذلك لأن الغلاف النجمى لا يوجد فى حالة تعادل حرارى ديناميكى . من هنا فإننا نستخدم لكل من الأغراض المختلفه ما يناسبه من تعريف لدرجة الحراره ، وهو أمر ليس من السهل تحديده . وإستخراج درجة الحراره على أساس قياسات شدة الضوء للأنواع المختلفه ، التى تكون فيها الطاقه المنبعثه منسوبه إلى وحدة المساحه ، ممكن عند معرفتنا بمساحة السطح المشع . وعلى العكس من ذلك يمكن تحديد توزيع شدة الإشعاع فى كل النجوم اللامعه . ومن الضرورى فقط فى ذلك أن يكون الطيف المستمر غير مزدحم جداً بالخطوط الطيفيه ، بحيث يمكن مقارنته بالإشعاع الأسود ، المستمر دائماً أى الخالى من الخطوط الطيفية .

وأسهل درجة حراره ممكن قياسها لنجم ما هى درجة حرارة اللون ودرجة الحراره التفاضلية ، بينما أحسن ما يصف الظروف الفيزيائيه فى الغلاف الجوى النجمى هما درجة الحراره الفعاله ودرجة حرارة الإشعاع . لذلك نحاول من درجة حرارة اللون إستنتاج درجة حرارة الإشعاع . ويمكن إجراء ذلك على سبيل المثال عن طريق مقارنة أرصاد معينه للنجوم المعروف لها درجتى حرارة اللون والاشعاع .

ونظراً لأن عدد هذه النجوم صغير فإن العلاقات التى نستنتجها غير مؤكده . ويمكن إجراء عملية التحويل النظرى من درجة حراره إلى أخرى عندما نعرف معامل الإمتصاص المستمر فى غلاف النجم ، وهو أمر ممكن فقط فى بعض الأحيان . إن ما يحتويه الجدول من درجات حراره الإشعاع قد تم تعيينها على أساس العلاقة الناتجة من أرصاد درجة حرارة اللون . وفى جدول آخر يوجد للشمس درجات حراره مختلفه . ومنها يتضح كيف تختلف المعلومات عن بعضها . كوكبى ، يمكن أن تصل درجة الحراره إلى ١٠٠٠٠٠° ك .

أما درجات الحراره فى داخل النجوم فهى على العكس من ذلك عالية جداً (ـــــ تركيب النجوم) . وفى حالة نجوم التتابع الرئيسى يمكن أن تكون درجه الحراره المركزيه بين حوالى ١٠ مليون وحوالى ٣٠ مليون ك ، وفى النجوم التى يتم فيها بناء عناصر أثقل من الهليوم توجد درجات حراره أعلى من ذلك بكثير (ـــــ نشأة العناصر الكيماويه)

تتراوح درجات حرارة أغلفه النجوم حسب النوع الطيفى للنجم بين حوالى ٢٥٠٠°ك ، ٥٠٠٠٠°ك ، وفى حالات قليله ، مثلا فى النجم المركزى من سديم

درجات حرارة النجوم من الأنواع الطيفيه المختلفه (°ك)

النوع الطيفى ونوع قوة الإشعاع	درجة الحرارة الفعاله	درجة حرارة الاشعاع البصرى	درجة حرارة اللون		درجة حرارة التأين
			٤٢٥٠ أنجستروم	٥٠٠٠ أنجستروم	
BOV	٣٧٣٠٠		٣٩٨٠٠	٣٣٥٠٠	٢٠٠٠٠
AOY	٩٧١٠	١٠٥٠٠	١٦٧٠٠	١٥٣٠٠	١٠٠٠٠
FOV	٧٦٥٠	٧٥٥٠	٩٩٠٠	٨٩٥٠	٧٥٠٠
GOV	٥٩٦٠	٦٢١٠	–	–	٥٦٠٠
KOV	٤٩٠٠	٥٢٤٠	–	–	٤٠٠٠
GOIII	٥٤٠٠	٥٤٦٠	–	٦٠٠٠	–
KOIII	٤١٠٠	٤٤٠٠	–	٤٤٠٠	–
MOIII	٢٩٠٠	–	–	٣٤٠٠	–

درجة حرارة الشمس بطرق أرصاد مختلفة (°ك)

درجة الحرارة الفعاله	٥٧٨٥
درجة حرارة الإشعاع البصرى	٦٠٥٠
درجة حرارة الإشعاع الفوتوغراف	٥٨٩٥
درجة حرارة اللون فى المنطقه من ٣٠٠٠ إلى ٤٠٠٠° أنجشتروم	٤٨٥٠
درجة حرارة اللون فى المنطقة من ٤١٠٠ أنجشتروم إلى ٩٥٠٠ أنجشتروم	٧١٤٠
درجة حرارة التأين	٦١٨٠

درجة حرارة التأين

ionisation temperature
température d'ionisation *(sf)*
Ionisationtemperatur *(sf)*

← درجة الحرارة .

درجة الحراره التفاضيليه

gradiation temperature
température de gradiation *(sf)*
Gradiationstemperature *(sf)*

← درجة الحراره .

درجة حراره الأثاره

excitation temperature
température d'excitation *(sf)*
Anregungstemperatur *(sf)*

← درجة الحراره .

درجة حرارة الاشعاع

brightness temperature
température de brillance *(sf)*
Strahlungstemperatur *(sf)*

← درجة الحراره

درجة حرارة اللون

color temperature
température de couleur *(sf)*
Farbtemperatur *(sf)*

← درجة الحراره .

درجة حراره الاليكترونات

electron temperature
température électronique *(sf)*
Elektronentemperatur *(sf)*

← درجة الحراره .

الدرع

Scutum, Sct *(L)*
Scutum
écu de sobiesky *(sm)*
Schild *(sm)* Sobieskischer Schild *(sm)*

كوكبة صغيرة فى منطقة خط الإستواء كانت تسمى قديما بالترس . وتشاهد هذه الكوكبة فى ليالى الصيف وخلال الكوكبة يمر الطريق اللبنى . وفيها توجد سحابة الدرع وكثير من الحشود النجمية .

الدفع

momentum, quantity of motion
quantité de mouvemont *(sf)*
Impuls *(sm)*, Bewegungsgrösse *(sf)*

← كمية الحركه .

دلتا الدرع

Delta Scuti

← نجوم دلتا الدرع .

دلتا قيفاوى

Delta Cephei

← نجوم دلتا قيفاوى

الدلفين

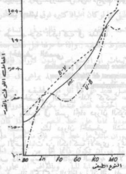
Delphinus, Del *(L)*
dolphin
dauphin *(sm)*
Delphin *(sm)*

إحدى كوكبات المنطقه الاستوائيه وتراها فى ليالى الصيف .

دليل اللون (المعامل اللونى)

color index
indice de couleur *(sm)*
Farbindex *(sm)*

هو الفرق بين ← اللمعان لنجم ما مقاسا فى نطاقين مختلفين من الطيف (نطاقات الألوان) أى على سبيل المثال اللمعان الازرق ـ اللمعان الأصفر . وفى هذا يؤخذ اللمعان بالقدر ونطرح اللمعان فى الموجات الطويله من اللمعان فى الموجات القصيره . يعتمد هذا الفرق على توزيع شدة إشاءة النجم فى الطيف (ولهذا فإن دليل اللون هو ايضا مقياس للون النجم) . وبذلك يعتمد دليل اللون على النوع الطيفى ، ويمكن



العلاقه بين النوع الطيفى ودليل اللون لنجوم التتابع الرئيسى فى كل من النظام الدولى ونظام UBV .

أخذه كبديل له . بالاضافة إلى ذلك فإن المعامل اللونى أو دليل اللون يعتمد أيضا على القوة الإشعاعية . وتستعمل أدلة الألوان فى عمل أشكال اللون واللمعان .

والقياسات الفوتوغرافيه عديده الألوان (ــــ فوتومترى) هى الأساس لتحديد دليل اللون . وقديما كان يستعمل **دليل اللون العالمى** ، وهو الفرق بين اللمعان فى النطاق الفوتوغراف وفى النطاق البصرى ($m_{ph} - m_{pv}$) أما حاليا فيستخدم دليل اللون للنظام UBV ؛ ويقاس فيه اللمعان فى النطاق فوق البنفسجى والأزرق B والبصرى V ثم تؤخذ الأدلة اللونيه (U-B) ، (B-V) أنظر (الشكل) .

وإذا ما تلون نجم بفعل غبار ما بين النجوم فإنه يكتسب دليلا لونيا يختلف عما نتوقعه له من نوعه الطيفى . ويعتبر **فائض اللون** ، وهو عباره عن الفرق بين دليل اللون الذاتى للنجم ودليل اللون المتوسط للنوع الطيفى ، مقياسا لمقدار التلوين .

الدلو

Aquarius, Aqr *(L)*
waterman
verseau *(sm)*
Wassermann *(sm)*

أو ساكب الماء ويرمز له بالرمز ♒ وهو برج فى منطقة الاستواء السماوى ، يرى فى ليالى الخريف تمر الشمس فى مدارها الظاهرى خلال هذا البرج فى النصف الثانى من فبراير وأوائل مارس . وفى الدلو توجد حشود نجوميه كثيره منها على سبيل المثال السديم M2 الذى يظهر فى منظار بسيط كبقعه سديميه .

الدلويات

aquarids
aquarids *(pm)*
Aquariden *(pm)*

إثنين من ــــ التيارات الشهبيه .

الدوائر الباتره

colures
colures *(pm)*
Koluren *(pm)*

تطلق أساسا على دائرتى الطول اللتان تمران بقطبى دائرة البروج وكذلك بنقطتى الإنقلاب الصيفى أو الشتوى أو نقطتى الإعتدالين . ومن المحتمل أن تكون هذه التسمية آتية من أن دائرتى الانقلابين تقطعان ذيل الدب الأصغر بينما دائرتى الإعتدالين تقطعان ذيل الدب الأكبر . وتطلق هذه التسميه عموما على كل الدوائر العظمى العموديه على دائره البروج .

الدوائر المتوازيه

parallel
parallèles *(pm)*
Parallelkreise *(pm)*

نفس المعنى مثل ــــ دوائر العرض .

الدوائر السمتيه

parallel of altitude
cercles de hauteur *(pm)*
Azimutalkreise *(pm)*

كل دائره توازى الأفق على الكره السماويه .

دوائر العرض

parallel
parallèles *(pm)*
Breitenkreise *(pm)*

هى فى الفلك كل دائره على الكره السماويه موازيه للبروج أو لمستوى الإستواء المجرّى ، وعلى الأرض كل دائره موازيه لمستوى الإستواء الأرضى .

الدوران

rotation
revolution *(sf)*
revolution *(sf)*
Drehung *(sf)*

(١) هو حركة تدور فيها كل نقط الجسم الصلب فى دوائر مركزية حول محور واحد موجود فى داخل الجسم أو خارجه . يسمى هذا المحور **بمحور الدوران** . وإذا تواجد محور الدوران فى داخل الجسم فإن النقط الواقعه على المحور تظل ثابته . يقاس الدوران عن طريق السرعه الزاويه وهى عبارة عن الزاويه المقطوعه (مقاسه فى النظام القوسى) فى الثانيه الواحده . ومن السرعه الزاويه لنقطة ما وبعدها عن محور الدوران تحصل على **سرعة الدوران** لهذه النقطه . وتدل **فترة الدوران** على المدة الزمنيه التى تنتهى فيها دورة كامله حول محور الدوران المشترك . تسمى نقطتى تقابل محور الدوران مع سطح الجسم فى حالة الأجرام السماويه **بقطبى الدوران** .

ويُفهم تحت **الحركة المقيده** حركة جرم سماوى بحيث يواجه نفس الجانب من التابع دائما الجسم الرئيسى . ومن هنا فإن فترة دوران التابع حول نفسه تساوى تماما فتره دوران التابع حول الجسم الرئيسى . وتظهر الحركة المقيده فى حالة حركة القمر حول الأرض (←حركة القمر) .

هناك حالة خاصة من الدوران يمثلها **الدوران التفاضلى** ، وفيه تعتمد السرعه الزاويه على البعد عن محور الدوران . ويظهر الدوران التفاضلى فى حالة ←الشمس ، وفى الأجزاء الخارجيه من←مجرة سكة التبانه . وعن دوران كل من الأجرام السماويه إنظر تحت أسمائها .

(٢) هو ←حركة الكواكب فى مدارها .

دوران الحضيض الشمسى

advance (motion) of perihelion
mouvement du Périhélie *(sm)*
Perihelrehung *(sf)*

هو حركة الحضيض الشمسى لمدار كوكب حول الشمس . وتحدث فى نفس اتجاه دوران الكوكب حول الشمس . ينشأ دوران الحضيض الشمسى بسبب الإضطرابات من الكواكب الأخرى . ويمكن حساب ذلك بوسائل الميكانيكا السماويه ، إلا أنه إتضح فى حالة الكواكب الداخليه ، أن القيم المحسوبه أصغر من المرصوده . ويبلغ الفرق لكوكب عطارد ١١ر٤٣ً وللزهره ٤ر٨ً فى ١٠٠ سنه . وقد وضح السبب فى ذلك بعد ←نظرية النسبيه ، التى تستوجب زيادات فوق العادة فى دوران الحضيض نتيجة للإضطرابات التى تحدثها الكواكب الأخرى . إن ما ينتج حسب النظريه النسبيه لعطارد هو حوالى ٠٣ر٤٣ً وبالنسبه للزهره ٦ر٨ً فى كل ١٠٠ سنه . وكلا النتيجتين فى تطابق جيد مع الأرصاد . وتعطى النظريه النسبيه للأرض دورانا للحضيض الشمسى قدره ٨ر٣ً لكل ١٠٠ سنه بينما تعطى الأرصاد ٠ر٥ً لكل ١٠٠ عام .

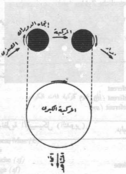
دوران النجوم

rotation of stars
rotation des étoiles *(sf)*
Rotation der Sterne *(sf)*

هناك إمكانيتين لتعيين دوران النجوم . حسب الطريقه الأولى نقيس ما ينشأ عن الدوران من إتساع فى الخطوط الطيفيه للنجوم فنتيجة للدوران يتحرك نصف السطح المرئى ناحيتنا بينما يبتعد النصف الآخر عنا . وبذلك تأخذ النقط المختلفه على السطح سرعات خطيه مختلفه بالنسبه للمشاهد . وعليه فإن الازاحة المناظره لكل نقطه فى الخطوط الطيفيه بفعل ظاهرة

دوبلر تصبح كذلك مختلفه الشده . ويكون الخط الطيفى كما لوكان أطيافا كثيره فوق بعضها ولها درجات إزاحه مختلفه . يتسبب ذلك فى إتساع منتظم للخطوط الطيفيه . وإذا ما عرفنا قبل ذلك سعة خط الإنبعاث أو الامتصاص بدون دوران فإنه يمكننا إستنتاج سرعة دوران النجم . يراعى فى ذلك أننا نحصل فقط على قيما أقل من الحقيقيه ، ونحصل على القيم الحقيقيه فقط عندما يكون محور دوران النجم عموديا تماما على خط البصر . أما إذا كان محور الدوران مائلا على خط البصر فإن ما نحصل عليه من سرعة دوران تكون دائما أقل من القيمه الحقيقيه وتعتمد على زاوية الميل . وبإفتراض أن محاور دوران النجوم موزعه بطريقه الصدفه فى الكون ، يمكن إستخراج بعض الإستنتاجات الإحصائيه .

تمثل المتغيرات الكسوفيه الطريقه الأولى للتعرف على دوران النجوم وقياسه . ففى هذه النجزم ، التى تنتمى إلى المزدوجات النجوميه ، يمكن الإستدلال على ما قد يكون موجودا من دوران ، عندما يكون المزدوج النجومى مكونا من مركبة كبيرة داكنة نسبيا وأخرى صغيره ولامعه نسبيا ، ويكون مستوى مداريهما فى المستوى الذى يحتوى خط البصر ومركز



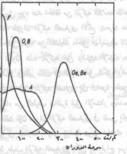
(١) تعين سرعة الدوران فى حالة المزدوجات الكسوفيه .

الثقل . وقبل وبعد إستتار المركبه اللامعه خلف الحافته مباشرة يبقى جزء عند الحافة من المركبه اللامعه ظاهرا وفى أثناء دوران المركبه الصغرى الألمع يتحرك هذا الجزء الحافى بعيدا عن المشاهد ، على أن يقترب ثانية عندما تكون هذه المركبه على وشك الإنتهاء من الكسوف . ويظهر ذلك فى الطيف على شكل إزاحة فى خطوط طيف المركبه الصغرى إلى الناحية الحمراء أو الزرقاء من الطيف مباشرة قبل الإستتار وبعده . وعلى ذلك فإن دوران المركبه الصغرى فى نفس إتجاه دورانها فى مدارها . ومن إزاحة دوبلر الحادثه فى خطوط طيف المركبه الصغرى يمكن إستخراج سرعة دورانها

وتتعقد الأرصاد عموما إذا كان مستوى مدار المجموعه مائلا على خط البصر الواصل من المشاهد إلى مركزالثقل ، وأيضا فى حالة ما إذا كانت النسبه بين اللمعان وأنصاف الأقطار غير مناسبه لتحليل الأرصاد . ويلاحظ أن ما أكتشف من متغيرات كسوفيه يدور فقط فى نفس إتجاه الحركة فى المدار . وسيكون من الصعب الإستدلال على الدوران العكسى بفرض وجوده .

بلغت أكبر سرعات دوران تم إستنتاجها للنجوم ٥٦٠ كم/ث (ط فرساوس) . وما يقابل ذلك من فترة دوران ، التى تنتج من سرعة دوران النجم ونصف قطره يمكن فقط إستنتاجها فى حالة النجوم المعروف نصف قطرها . وقد نتج من ذلك قيما تقل حتى تصل ٦ر٠ يوم .

وللنجوم ذات النوع الطيفى المتقدم على وجه العموم سرعة دوران أكبر من نجوم الأنواع الطيفيه المتوسطه . وتشذ عن ذلك نجوم ـA ، التى تبلغ متوسط سرعة دورانها ١١٢ كم/ث وهو أكبر من نجوم ـO العاديه ، التى تبلغ سرعة دورانها فى المتوسط ٩٤ كم/ث وفى حالة النجوم متأخرة النوع الطيفى عن F5 ، أى للغالبيه من النجوم ، فإن



(٢) العلاقه بين سرعة دوران النجوم والنوع الطيف .

سرعة الدوران تحت الحدود التى يمكن الإستدلال عليها وهى تقريبا ٢٠كم/ث وهناك علاقه بين سرعة دوران النجوم ذات نفس النوع الطيفى وبين قوة إشعاعها : فنجوم القوه الإشعاعية V (نجوم التتابع الرئيسى) لها أعلى ، بينما نجوم القوه الإشعاعيه I (فوق العالقه) لها أقل سرعة دوران . والنجوم سريعة الدوران هى بالتأكيد مفلطحه . ومن المحتمل أن يحدث عدم إستقرار عند خط إستواء النجم ، الأمر الذى يتسبب فى إنسياب مادة النجم ، فتحيط به على شكل كتلة غازيه مضيئه . يؤكد ذلك من ناحية أن خطوط الإنبعاث فى نجوم Oe ، Be تظهر فى حالة الغلاف الجوى الممتد . ومن ناحية أخرى فإن هذه النجوم لها فى المتوسط سرعة دوران أكبر من نجوم نفس النوع الطيفى التى ليس لها خطوط إنبعاث . ومن المحتمل أن تكون الأغلفه الغازيه الممتده فى ← النجوم المغلفه قد نشأت بطريقه مماثله لذلك .

دورة بيتى - فيزاكر

Bethe - Weizäcker Zyklus *(sm)*

هى دورة التحول النووى التى يتحول فيها الهيدروجين إلى هليوم خلال النيتروجين والأكسجين ، ← إنتاج طاقة النجوم .

دورة ساروس

Saros
Saros *(sf)*
Saroszyklus *(sm)*

هى الفترة الزمنيه بين التكرار الدورى ← للخسوف .

دورة شاندلر

Chandler - period
periode de Chandler *(sf)*
Chandlersche Periode *(sf)*

هى دورة ترنح ← ارتفاع القطب .

الدورة القمرية

lunation, lunar month
lunation *(sf)*
Lunation *(sf)*

هى تعاقب كامل لكل ← أوجه القمر .

دورة الكربون - نيتروجين - أكسجين

carbon - nitrogen - oxygen cycle
cycle du carbone *(sm)*
Kohlenstoff- Stickestoff- Sauerstoff- Zyklus *(sm)*

هى عملية نووية تؤدى إلى ← إنتاج طاقة النجوم .

الدورة الميتونية

lunar cycle , metonic cycle
cycle lunaire *(sm)*
metonische Zyklus *(sm)*

هى دورة أوجدها الإغريقى ميتون منذ عام ٤٣٢ ق . م لنظام ربط السنين فى السنه الشمس قريه ، ← التقاويم .

ديفرنت

deferent
déférent *(sm)*
Deferent *(sm)*

← نظرية الإبيسيكل (التدوير) .

ديون

Dione

هو أحد ← توابع زحل .

ذ

الذئب

Lupus, Lup *(L)*
wolf
loup *(sm)*
Wolf *(sm)*

هو كوكبة الذئب (السبع) فى نصف الكره الجنوبى .

ذات الكرس

Cassiopia, Cas *(L)*
cassiopia
cassiopée *(sf)*
Kassiopia *(sf)*

كوكبة ظاهره جدا فى نصف الكره الشمالى ، تكون ألمع خمس نجوم فيها الحرف **w** ولذلك تسمى الكوكبه **w** ـ السماء . ألمع نجم فى الكوكبة هو (α) ويدعى ←صدر المسلسله . تمر سكة التبانه خلال الكوكبه . وفى هذه المنطقة توجد كثير من الحشود النجمة مثل **M103** الذى يمكن مشاهدته بأى مرقب ضعيف فى إتجاه النجم ε . وفى ذات الكرس يوجد أشد ←منبع راديوى ، ذات الكرس ـ *A* .



ألمع نجوم كوكبة ذات الكرسى .

الذبابه

Musca, Mus *(L)*
fly
mouche *(sf)*
Fliege *(sf)*

كوكبه ←النحله .

الذبذبه

frequency
fréquence *(sf)*
Frequenz *(sf)*

هى عدد الذبذبات فى الثانيه ووحدتها الهرتز (هرتز = ١ ث$^{-1}$ أى ذبذبة واحده فى الثانيه وتقاس الذبذبات العاليه **بالميجاهرتز** (= **مليون هرتز**) يستعمل فى كثير من الأحيان فى الموجات الكهرومغناطيسيه طول الموجه للتدليل على ذبذبة منطقة معينه من الطيف : $\lambda = \frac{c}{\lambda}$ ، حيث سرعة الضوء .

ذراع الأسد المبسوطه

Castor *(L)*

ثانى نجم فى اللمعان α فى كوكبة التوأمين ، ولمعانه الظاهرى يبلغ القدر ١ر٥٦ ، ونوعه الطيفى **AI** ، ونوع قوته الاشعاعيه **V** . بقدر بعد النجم عنا بحوالى ١٤ بارسك أى ٤٤ سنه ضوئيه . وهو عباره عن بضع نجوم يبلغ البعد بين ألمعها ٢ً ، وهما يختلفان فى اللمعان بقدر واحد .

ذراع الجبار

orion arm
bras d'Orion *(sm)*
Orionarm *(sm)*

أحد الأذرع الحلزونيه فى ←مجرة سكة التبانه ويجرى بالقرب من الشمس

ذراع فرساوس

Perseus arm
bras de persée *(sm)*
Perseusarm *(sm)*

أحد الأذرع الحلزونيه فى ←مجرة سكة التبانه بالقرب من الشمس .

ذراع القوس والرامى

Sagittarius arm
arme du Sagittaire *(sf)*
Sagittariusarm *(sm)*

أحد الأذرع الحلزونيه فى ←مجرة سكة التبانه بالقرب من الشمس .

الذراع اليمين

Alderamin *(A)*

هو ألمع نجم α في كوكبة قيفاوس ولمعانه الظاهري البصري ٤ر٢ ونوعه الطيفي A7، ونوع قوته الإشعاعية V ويبعد عنا بحوالي ١٥ بارسك أي ٤٩ سنة ضوئية.

الذنب

Deneb *(A)*

هو النجم α في كوكبة الدجاجة، ويبلغ لمعانه الظاهري القدر ٢٣ر١. وهو نجم من النوع الطيفي A2 ونوع قوة الإشعاع Ia. أي أنه فوق عملاق ساخن ويشع الذنب من الطاقة قدر الشمس ١٠٠٠٠٠ مرة. ويبعد النجم عنا بمسافة ٥٠٠ بارسك أي ١٦٠٠ سنة ضوئية.

ذنب الأسد

Denebola *(A)*

هو النجم β في برج الأسد، ولمعانه الظاهري البصري ١٣ر٢، ونوعه الطيفي A3 ونوع قوته الإشعاعية V، ويبعد عنا بمسافة ١٣ بارسك أي ٤٣ سنة ضوئية. ولهذا النجم مرافق خافت الإشعاع.

ذو الأعنه

Auriga, Aur *(L)*
charioteer
cocher *(sm)*
Fuhrmann *(sm)*

هو كوكبة ← ممسك الأعنه.

ذو درجة حراره ثابته

isotherm

← إيزوثيرم

الذيل

tail
queue *(sf)*
Schweif *(sm)*

← مذنب

ر

رابي ليفي

Rabi Levi *(A)*

هو ليفي بن جريشون (١٢٨٨ - ١٣٤٤) اليهودي الأسباني الفيلسوف والرياضي والفلكي. إخترع جهاز لقياس قطرى الشمس والقمر، مشابها للجهاز الذى وضعه هيبارخ، وجهاز آخر لرصد الشمس بأمان ومن أرصاده قام بإعداد جداول، عن الهلال والبدر (في حالة القمر) وعن الكسوف والخسوف، تغني عن الجداول الألفونسية التي رآها مليئة بالأخطاء. وقد مجده «ريكيولي» الفلكي الإيطالي الشهير. كما تم إطلاق إسمه على احدى مناطق الجانب الآخر من سطح القمر.

راديو هليو جرام

radioheliogram
heliograme radioélectrique *(sm)*
Radioheliogram *(sm)*

← الصور الطيفيه للشمس.

رأس ألفون (نير التوأمين)

Castor *(L)*

← كاستور

رأس التوأم المؤخر أو رأس هرقل

Pullux *(L)*

هو ألمع نجم β في برج التوأمين. ويبلغ لمعان النجم القدر الظاهري البصري ١٥ر١، ونوعه الطيفي KO ونوع قوته الإشعاعية III، أي أنه نجم عملاق. وفوق ذلك فهذا النجم هو أقرب العمالقه إلينا حيث يبلغ بعده عنا ١ بارسك أي ٣٥ سنه ضوئيه فقط.

راس الجاثى

Ras Algathi *(A)*

النجم α فى كوكبة الجاثى . وهو عباره عن مزدوج نجومى ، تغير فيه المركبه اللامعه لمعانها البصرى من القدر الثالث حتى القدر الرابع ، والنجم عباره عن عملاق أحمر من النوع الطيفى M5 ، والمركبة الخافته تبعد عنه بحوالى ٥ً وهى من القدر ٥ر٤ وتنتمى إلى النوع الطيفى F8 . يبلغ بعد النجم عنا حوالى ١٧٠ بارسك أى ٥٥٠ سنه ضوئيه .

رأس الحاج

Ras Alhague *(A)*

هو النجم α فى كوكبة الحوّيه ويبلغ لمعانه الظاهرى البصرى القدر ١ر٢ . والنجم من النوع الطيفى A5 ونوع القوة الإشعاعيه III ، وبقدر بعده عنا بحوالى ١٧ بارسك أى ٥٥ سنه ضوئيه .

رأس العقرب

Antares *(L)*

هو ← قلبُ العقرب .

رأس الغول

Algol *(A)*

هو ← الغول .

رأس المسلسله

Alpheratz *(A)*, Sirrah *(A)*

النجم α فى كوكبة المرأه المسلسله . ويبلغ لمعانه القدر ٢ر٠٧ وطيفه B9p وقوته الاشعاعيه من النوع III . ويقدر بعده عنا بحوالى ٣١ بارسك أى ١٠٠ سنه ضوئيه .

راسم الزمن

coronograph
chronographe *(sm)*
Chronograph *(sm)*

← كرونوجراف .

رجل الجبار أو رجل الجوزاء اليسرى

Rigel *(A)*

هى ألمع نجم β فى برج الجبار حيث تمثل الرجل القريبه من الشكل . وهذا النجم بلمعانه البصرى الظاهرى من القدر ١١ر٠ ينتمى إلى ألمع نجوم السماء . والنجم من النوع الطيفى B8 ونوع القوة الإشعاعية Ia ، أى أنه فوق عملاق ساخن .
وبالمقارنه مع الشمس نجد أن للنجم ١٠٠٠٠٠ مره قدر قوة إشعاعها ، وربما ١٢٠ قدر نصف قطرها . يوجد رجل الجبار على بعد حوالى ٢٧٠ بارسك أى ٨٨٠ سنه ضوئيه منا . وهذا النجم عباره عن نجم متعدد ، يُرى أحد مرافقيه من القدر السابع على بعد ٩ً منه .

الرجل المتقدمه

Procyon *(L)*

هى نجم ← الشعرى الشاميه .

رحلات الفضاء

space flight
vols interstellaires *(pm)*, voyages spatiales *(pm)*
Raunfort *(sf)*

← غزو الفضاء .

رسل

Russell

هو هنرى نوريس رسل الفلكى الأمريكى المولود بتاريخ ٢٥ أكتوبر ١٨٧٧ فى أويستربای والمتوفى بتاريخ ١٨ فبراير ١٩٥٧ فى برينستون ، أستاذ فى برينستون . وقد قام رسل بأبحاث عن الفوتومترى الطيفى وعن تعيين مدارات وكتل المزدوجات النجوميه ، وعن العلاقه بين الكتله وقوة الإشعاع وعن إختلاف المنظر . تناول رسل فى أبحاث هامه جدا مسائل الفيزياء الفلكيه النظريه ، مثل التركيب الداخلى للنجوم والتركيب الكيماوى لأجواء النجوم . وقد أعطى رسل على سبيل المثال ما أكتشفه هرتز سبرنج من علاقة بين قوة الإشعاع وأى من درجة الحراره أو النوع الطيفى ، الشئ الذى يستعمل حاليا فى ← شكل هرتز سبرنج رسل . ومن بين مؤلفات رسل كتاب يستعمل فى التعليم كثيرا فى كل من إنجلترا وفرنسا .

الرشاء

Mirach *(A)*

هو نجم ← المراق .

رصد مطلق

direct obsrvation
observation directe *(sf)*
Absolutbeobachtung *(sf)*

← رصد نسى .

رصد نسى

indirect (intermediate) observation
observation *(sf)* **indirecte (intermédiaire)**
Anschlussbeobachtung *(sf)*

هو رصد لا يمكن بواسطته الحصول مباشره على قيم مُطلقه وإنما منسوبة لقيم قياسات جسم آخر . فعلى سبيل المثال لكى نحصل على إحداثيات أو لمعان نجم ثابت فإننا نقارن هذا اللمعان بلمعان معروف لنجم آخر . وفى **الرصد المطلق** نحصل على القيمة القياسيه مباشرة بدون الرجوع لأجسام أخرى . ولا يستخدم الرصد المطلق كثيرا فى الفلك بل يكتفى فى غالب الأحيان بمعرفة القيم النسبيه . وعموما فلابد من إيجاد نظام معين تُعاير به قياسات النجوم . وعمل ذلك صعب فى أكثر الأحيان حيث أن الأرصاد المطلقه أكثر تعقيدا عن الأرصاد النسبيه .

الرموز

character, symbol
signe *(sm)*
Zeichen *(sn)*

هناك رموز تقليديه منذ العصور الوسطى تُميز بها الأجسام السماويه وبروج دائره الحيوانات وأوضاع الكواكب بالنسبه لكل من الشمس والأرض . وأهم هذه الرموز :

الأجسام السماويه : ☉ الشمس ، ☾ القمر ، ⁕ نجم ، ☄ مذنب ، ☿ عطارد ، ♀ الزهره ، ♁ الأرض ، ♂ المريخ ، ♃ المشترى ، ♄ زحل ، ♅ يورانوس ، ♆ نبتون ، ♇ بلوتو .

رموز دائرة البروج : ♈ الحمل ، ♉ الثور ، ♊ التوأمان ، ♋ السرطان ، ♌ الأسد ، ♍ العذراء ، ♎ الميزان ، ♏ العقرب ، ♐ القوس ، ♑ الجدى ، ♒ الدلو ، ♓ الحوت (السمكتان) .

أوضاع الكواكب بالنسبه للشمس والأرض : ☌ الاقتران ، ☍ الإستقبال ، □ التربيع ، △ التثليث ، ⚹ التسديس .

النقط على الكره السماويه : ☊ العقده الصاعده ، ☋ العقده الهابطه ، ♈ نقطة الربيع .

الرموز الفلكيه

astronomical symbols
signes astronomiques *(pm)*
astronomische Zeichen *(n)*

← الرموز .

رومر

Römer

هو الفلكى الدانمركى رومر المولود بتاريخ ٢٥ سبتمبر ١٦٤٤ فى آهوس والمتوفى بتاريخ ١٩ سبتمبر ١٧١٠ فى كوبنهاجن ؛ عمل فى الفترة بين عامى ١٦٧٢ ـ ١٦٨١ فى باريس كمعلم للأمير وعضوا بالأكاديميه ؛ بعد ذلك أصبح أستاذا للرياضه فى كوبنهاجن ومديرا للمرصد إخترع رومر دائرة الزوال ، وأخذ بها أرصاد كثيره إلا أن هذه الأرصاد فقدت للأسف . وقام رومر فى عام ١٦٧٦ بحساب ← سرعة الضوء من أوقات كسوف أقمار المشترى .

الرياح الشمسيه

solar wind
vent solaire *(sm)*
Sonnenwind *(sm)*

هى إشعاع جسيمى ينبعث من الشمس بإستمرار وفى جميع الاتجاهات .

ريا

Rhea

أحد ← توابع زحل .

زاجوت

Zagut *(A)*

هو أبراهام بن صمويل زاجوت الذى عاش فى أواخر القرن الخامس عشر. يهودى أسبانى وأستاذ الفلك فى قرطاج وبعد ذلك فى سالامانكا. وهو مشهور بأعماله فى التقويم. أهدى جدوله الفلكى إلى بيشوف سالامانكا فطبع فى فينيسيا عامى ١٤٧٢ و ١٥٠٢ وأستعان به ماجلان فى رحلته الكبيرة. وقد نهل الايطاليون من أرصاده النجومية وشهد له ريكيولى الفلكى الإيطالى الشهير، وتم إطلاق إسمه على إحدى مناطق الجانب الآخر من سطح القمر.

زاوية الساعة

hour angle
angle horaire *(sm)*
Stundenwinbel *(sm)*

هى الزاوية بين كل من نقط تقاطع الإستواء السماوى مع خط الزوال ودائره الساعة لنجم ما. وتقاس زاوية الساعة بالساعات والدقائق والثوانى من صفر حتى ٢٤ ساعة من نقطة تقاطع خط الإستواء السماوى مع خط الزوال فى إتجاه الحركة اليومية للنجوم (الشكل : ← الإحداثيات) ونظام زوايا الساعات هو أحد الاحداثيات الفلكية، ← الإحداثيات.

زاوية الصباح

morning angle
angle matinal *(sm)*
Morgenwinkel *(sm)*

هى الزاوية على الأفق بين نقطة الشرق ونقطة شروق نجم ما.

زاوية الطور

phase angle
angle de phase *(sm)*
Phasenwinkel *(sm)*

← الطور

زاوية الغروب

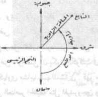
setting angle
angle du soir *(sm)*
Abendweite *(sf)*

هى الزاوية على الأفق بين نقطة الغرب ونقطة غروب نجم ما.

زاوية الوضع

position angle
angle de position *(sm)*
Positionswinkel *(sm)*

هى الزاوية بين الإتجاه إلى القطب الشمالى للسماء وبين إتجاه الخط الواصل بين نجمين (فى حالة المزدوجات حتى الإتجاه الواصل بين النجم الرئيسى والتابع)، وتقاس فى عكس إتجاه دوران عقرب الساعه.



زاوية الوضع فى المنظار (الذى يقلب الصوره).

زحل

Saturn
Saturne *(sm)*
Saturn *(sm)*

كوكب يرمز له بالرمز ♄. يبلغ اللمعان المتوسط لزحل تقريبا مثل نجم النسر الواقع أى من القدر صفر. وزحل ذو لون مُطفى مصفر. وهو يتحرك بسرعة متوسطه قدرها ٩.٦٥ كم / ث فى دورة طولها ٢٩.٤٦ سنة حول الشمس. فى أثناء ذلك يصنع زحل قطعا ناقصا إهليجيته ٠.٠٥٥٦ ويميل مستواه

على مستوى مدار الأرض بمقدار ٢٩َ ٢ْ . ويتغير بعد الكوكب عن الشمس بين ٩ و ١٠٫١ وحده فلكيه ويبلغ فى المتوسط ٩٫٥٤ وحده فلكيه . وحسب بعد زحل عن الأرض فإن قطره الظاهرى يختلف من ١٥ً إلى ٢٠ً ، بينما القطر الحقيقى له ١٢٠٦٧٠ كم ، أى ٩٫٥ مره مثل قطر الأرض . وبذلك فإن زحل ثانى الكواكب فى الكبر بعد المشترى ، أى من الكواكب العملاقة . وزحل أقوى الكواكب فى فلطحته ؛ ففيه يبلغ الإختلاف بين القطر الإستوائى والقطر القطبى حوالى ١١٥٦٠ كم . وهذا نتيجة للدوران السريع ؛ فهو يدور على وجه التحديد كل ١٤ د ١١ س مرة حول محوره ويميل إستواء زحل على مداره بحوالى ٤٥َ ٢٦ْ

وكتلة زحل التى تبلغ ٩٥٫١١ مثل كتله الأرض تكاد تكون أكبر ثلاث مرات من كتله الكواكب الصغيره مجتمعه . وعلى الرغم من ذلك فإن لزحل أصغر كثافة بين الكواكب ، وبالتحديد ٠٫٦٨ جم/سم٣ . ويمثل ذلك فقط ١٢٫٤٪ من متوسط كثافة الأرض وأقل كثيرا من كثافة الماء . قوة التثاقل على سطح زحل ٠٫٩٣ مره مثل ما هى عليه عند سطح الأرض . ويحتمل أن يكون الكوكب فى تكوينه وتركيبه الكيماوى مشابها ←للمشترى . فهو مكون فى الغالب من العناصر الخفيفه مثل الهيدروجين والهليوم . ويحتمل أن يكون له درع من المواد المتجمده مثل الهيدروجين أو الماء .

يشابه الغلاف الجوى لزحل أيضا نظيره للمشترى : حيث تغطية سحابه ـ مكونه من بلورات الأمونيا ـ ذات عاكسيه تصل إلى ٠٫٦٩ . كذلك فإن زحل مثل المشترى له أكبر لمعان عند المنطقه الإستوائيه وعليه مجموعة شرائط موازيه لخط إستوائه . أما التضاريس الدقيقه فيحول البعد الكبير دون جودة تميزها تماما مثل كوكب المشترى الأقرب إلينا . إننا نعلم بحدوث تيارات شديده فى الغلاف الجوى لزحل . وبالتحديد تظهر بقعه كبيره ، تغير من شكلها وتختفى بسرعه . وقد كانت هناك محاولات للربط بين تكوين البقع والتقطع الذى يحدث فى طبقات جو زحل العليا . إلا أنه أكثر إحتمالا أن يكون ذلك عباره عن كتل ماديه تندفع خارجه من سطح الكوكب . وفى الطبقات العليا تتكون بعد ذلك تركيبات شديده العاكسيه ، إما أن تتقطع وتذوب أو تتجمد بفعل درجة الحراره المنخفضه (حوالى ـ ١٥٠ م) وتغوص إلى السطح ثانيه . يشابه التركيب الكيماوى لغلاف زحل غلاف المشترى ، إلا أن غلاف الأول يحتوى على ميثان أكثر كما يحتوى فقط على $\frac{1}{2}$ الأمونيا التى يحتويها غلاف الثانى . ويمكن أن يكون الجزء الرئيسى من غلاف زحل مكونا من جزيئات الهيدروجين ولزيادة فى التفصيل ←الكواكب ، الجدول .

حلقات زحل : إن مجموعة الحلقات (الشكل) التى تحيط بزحل والتى كانت إلى وقت قريب فريدة من نوعها فى كل المجموعه الشمسيه تجعل الكوكب محل إهتمام الأرصاد حتى بالمناظير الصغيره . وتوجد الحلقات فى مستوى الإستواء . ولما كان هذا المستوى يأخذ أوضاعا مختلفه بالنسبه للأرض أثناء حركة زحل فى مداره ، فإنه يمكننا لفترات معينه أحيانا رؤيه الحلقات بميل إلى أعلى وأحيانا بميل إلى أسفل . أما عندما يكون خط البعد من الأرض إلى زحل واقعا تماما فى مستوى الإستواء لزحل فإننا ننظر بالضبط على حافة المجموعه ، التى تظهر فى ذلك الوقت كشريط ضيق . يبلغ القطر الكلى للحلقات ٢٧٨٠٠٠ كم ، أى حوالى $\frac{3}{4}$ المسافة من الأرض إلى القمر . وعندما تكون زاوية ميل الحلقات على خط البصر كبيره فإنه يمكن تمييز أقسام كثيره ودرجات لمعان عديده . فالحلقه الخارجيه أو حلقه ـ A عرضها ١٩٠٠٠ كم مشطوره فى وسطها بفجوه ، فاصل إنكى ، الذى لايرى إلا بالمناظير الكبيره . وبين الحلقه اللامعه جدا الداخليه ، أو حلقه ـ B ، التى يقدر عرضها بحوالى ٢٨٠٠٠ كم وبين الحلقه الخارجيه يوجد فاصل



حلقات زحل كما أعيد رسمها بواسطة الكمبيوتر من أرصاد سفينة الفضاء فويجير ـ ١ (نوفمبر ١٩٨٢) من على بعد ٨ مليون كيلو متر من الكوكب . ويمكن فى هذه الصورة تمييز ٩٥ حلقة .

كاسينى بعرض ٣٠٠٠ كم ، ثم يتصل بالحلقه B من الداخل حلقة الكريشه أو الكريب خافته اللمعان بعرض ١٨٠٠٠ كم . وفى نهاية عام ١٩٦٩ إكتشفت حلقه رابعه ، الحلقه D ، تنفصل عن حلقه الكريشه بفجوة عرضها ٤٠٠٠ كم . ويحتمل أن تكون هذه الحلقه ممتده حتى سطح الكوكب . إن لمعان الحلقه D صغير جدا ، ويقدر بحوالى ٥٪ فقط من لمعان ألمع مناطق الحلقه B . ويبلغ عرض هذه الحلقه حوالى ٣ كم فقط . تتكون مجموعة الحلقات من عديد من الجسيمات الصغيره ، التى تعكس ضوء الشمس وتدور كأقمار متناهية الصغر حول زحل .

ويمكن الاستدلال على هذه الحركات من الدراسات الطيفيه . ولا تكاد الكتله الكليه للجسيمات تبلغ أكثر من $\frac{١}{٢٥٠٠}$ من كتله زحل . وقد إتضح من الدراسات تحت الحمراء الحديثه أن حلقات زحل مكونه أساسا من ثلج يحتمل أن يكون به خليط من الأمونيا المتجمده .

أكتشفت مجموعة الحلقات منذ عام ١٦١٠ على يد جاليلى ، وبسبب صغر قوة تحليل المناظير والتغيير الدائم فى وضع مستوى الحلقات . فقد ساد لمده حوالى ٥٠ عاما غموض تام حول الطبيعة الحقيقيه ، لما رآه الراصدون كظواهر مختلفه (كزيادة حجم

الكوكب ثلاث مرات أو ظهور آذان للكوكب) أو عدم رؤيتهم كليه لهذه الحلقات . وظل ذلك الحال إلى أن تمكن «هيجنز» عام ١٦٥٦ من حل هذه المعضله . وفى بداية القرن الثامن عشر أعلن «كاسيني» وجهة نظره بأن هذه الحلقات مكونة من عديد من التوابع ، ثم جاء «لابلاس» الذى أتى بالدليل على عدم إمكانية تماسك أى حلقه وإلا فإنها ستكون غير مستقره .

الزرافه

Cameloparadalis, Cam *(L)*
giraffe
giraffe *(sf)*
Giraffe *(sf)*

هى إحدى كوكبات نصف الكره الشمالى وتقع قريبا من قطب السماء ويظل معظمها فوق الأفق .

الزغب الشمسى

Floculei

هى مناطق فاتحه على النسيج القاتم أو الفاتح لصور الكروموسفير (←الشمس) .

الزرقلى

Arzachel *(A)*

هو الزرقلى الفلكى الأسبانى العربى (حوالى ١٠٢٨ ـ ١٠٨٧) الذى أعد جداول توليدو ، حيث يرجح موطنه . وبالرغم من عدم معرفة الكثير عنه ، إلا أن جداوله قد إشتهرت وعم نفعها . كما أن قياسه لميل دائرة البروج دقيق لأقرب دقيقة قوسيه . وقد كتب أيضا عن الأسطرولاب . وتم إطلاق إسمه على احدى مناطق الجانب الآخر من سطح القمر .

زكيبة الفحم

coal sack
sac à charbon *(sm)*
Kohlensack *(sm)*

هى إسم منطقه فى جنوب سكة التبانه تقل فيها النجوم بصورة واضحه ، والسبب فى ذلك راجع إلى السحب الداكنه التى تسبب إستبعاد ضوء النجوم .

الزمن

time
temps *(sm)*, heure *(sf)*
Zeit *(sf)*

يتطلب قياس الزمن تحديد مقياس زمنى ، يراعى ثباته وإمكانية تكراره . وكمقياس زمنى ممكن الحصول عليه دائما يستخدم اليوم الفلكى ، أى مدة دوران الأرض حول محورها بالنسبة لنجم ثابت . وقياس اليوم الفلكى كفترة زمنيه بين عبورين متتالين لنجم معين . وهناك مقاييس زمنيه أخرى تحقق شرط التكرار وهى ←اليوم النجمى (الفتره الزمنيه بين عبورين علويين متتالين لنقطة الربيع ، وهو يمثل وحدة **الزمن النجمى** و←اليوم الشمسى المتوسط (الفتره الزمنيه بين عبورين سفليين متتالين للشمس المتوسطه ، ويمثل وحدة **الزمن الشمسى** المتوسط .

وهذه المقاييس الزمنيه لا تفى بدرجة تامة بمتطلبات ثبات مقياس الزمن ، لأن دوران الأرض حول محورها ليس ثابتا تماما . ويجرى التمييز بين ثلاثة أنواع مختلفه من الإضطرابات : إبطاء دائم ، وعدم إنتظام ، وترنح منتظم يعتمد على فصول السنه . يأتى الإبطاء الدائم أساسا من الإحتكاك الداخلى لماء البحر والإحتكاك بين البحر واليابسه ، اللذان يحدثان أثناء كل من المد والجزر . ويحتمل أن يكون الترنح غير المنتظم راجعا إلى إنتقال الكتله فى داخل الأرض ، بينما الترنحات المعتمده على فصول السنه ذات أسباب متيورولوجيه . وقد تم الإستدلال على هذه التغييرات فى سرعة الدوران بواسطة التعيين الدقيق للزمن بمساعدة الأحداث الفلكيه ، مثل الكسوف والخسوف أو إستتار النجوم خلف القمر ، الذى يمكن حساب وقت حدوثه بدقة كبيره . ومن الفرق بين الوقتين المحسوب والمشاهد لحدوث الظاهره تم إستنتاج عدم الإنتظام فى دوران الأرض . أما الترنحات قصيره الوقت فى دوران الأرض فقد تم التأكد منها أخيرا بعد إستخدام ساعات الكوارتز ، بينما الترنحات طويلة الوقت فيمكن إستنتاجها بواسطة الساعات الذريه .

إن الأرصاد الفلكيه لدوران الأرض لا تؤدى إلى مقياس زمنى تام الثبات ، كما إتضح أن دوران الأرض حول الشمس ـ كسنة مداريه ، أى بالنسبه لنقطة الربيع ـ ليس مطلقا فى دوريته ، وبالتالى فإنه لا يصلح لتعريف مقياس زمنى . لهذا السبب فإننا نستعمل القوانين الطبيعيه التى تم إستخراجها من الأرصاد ،وكذلك ما طرأ على هذه القوانين من تحسينات بفعل نظرية النسبيه ، وذلك للوصول إلى تعريف صالح للزمن . فمن قانون الجاذبيه تنتج معادلات تصف حركة الأجسام السماويه فى المجموعة الشمسيه . وتعطى هذه المعادلات علاقات بين زمن ومواقع (إحداثيات) الأجسام السماوية . لذلك يمكن إعتبار الزمن مُعينا بمواقع الأجرام السماوية ، على أن يتم تحديد هذه المواقع عن طريق الأرصاد . ولما كانت الأماكن السابق حسابها للأجسام السماوية تسمى فى الحوليات بالمواقع ، فإن ما يتم تحديده من زمن بهذه الطريقة يسمى **الزمن الموقعى** . وينسب مقياس الزمن الموقعى إلى طول سنة مدارية محدده وبالذات إلى طول السنه المدارية فى ٣١ ديسمبر ١٨٩٩ (= صفر يناير ١٩٠٠) وذلك فى الساعة ١٢ بالتوقيت الموقعى . كذلك فإن الفترة الزمنية لثانية واحدة لابد من تحديدها من جديد ، لأنه تبعا للتعريف القديم : الثانية هى جزء من ٨٦٤٠٠ جزء لليوم الشمسى المتوسط ، وبسبب تغيير اليوم الشمسى المتوسط يتغير أيضا طول الثانية الزمنية . والثانية (بـالـزمن الموقـعى) هى جـزء من ٣١٥٥٦٩٢٥٫٩٧٤٧ جزء من السنة المدارية عند صفر يناير ١٩٠٠ الساعه ١٢ بالزمن الموقعى . وقد أختير هذا التعريف لأن السنه المداريه عند الزمن المذكور تحتوى على ٣١٥٥٦٩٢٥٫٩٧٤٧ ثانيه بالزمن الشمسى المتوسط .

وتحديد أى لحظه زمنيه بالتوقيت الموقعى يمكن أن يتم على سبيل المثال بأخذ أرصاد شمسيه . ثم يحدد بعد ذلك الزمن الموقعى المناظر بواسطة كل من الإحداثيات الشمسيه المرصوده والمواقع الشمسيه الموجوده فى الحوليات الفلكيه . ولما كان من الممكن فى نفس الوقت الذى تجرى فيه الأرصاد أخذ قراءة ساعه تدور حسب الزمن الشمسى المتوسط ، فإنه يمكن إستنتاج الفرق بين الزمن الموقعى والزمن الشمسى المتوسط (التوقيت العالمى) الذى يعتبر الأساس فى حساب الزمن المدنى . إلا أنه توجد صعوبة مصدرها عدم إمكانية حساب هذا الفرق مسبقا ، لأنه لا يمكن مسبقا كذلك حساب الترنح فى فترة دوران الأرض حول نفسها ، وما يتبع ذلك من عدم إنتظام فى الوقت الشمسى .

جدول تحويل التوقيت العالمى إلى توقيت موقعى . تضاف القيمه △ (بالثوان) للتوقيت العالمى ، كى نحصل على التوقيت الموقعى :

السنه	
١٩٧٣٫٥	+ ٤٤
١٩٧٤٫٥	+ ٤٥
١٩٧٥٫٥	+ ٤٦
١٩٧٦٫٥	+ ٤٧
١٩٧٧٫٥	+ ٤٨
١٩٧٨٫٥	+ ٤٩
١٩٧٩٫٥	+ ٥٠
١٩٨٠٫٥	+ ٥١
١٩٨١٫٥	+ ٥٢
٢٩٨٢٫٥	+ ٥٢
١٩٨٣٫٥	+ ٥٣
١٩٨٤٫٥	٥٤

القيمة التى تناظر عام ١٩٦٦٫٥ غير معروفه بالتأكيد .

وفى حساب الزمن المدنى فإننا نستخدم الزمن الشمسى المتوسط ، الذى يتخذ من اليوم المتوسط (أنظر أعلاه) وحدة له ، وذلك لأننا لا نتطلب فى ذلك أقصى دقة ممكنة . يبدأ تعداد الزمن فى اليوم الشمسى المتوسط بالساعات والدقائق والثوانى مبتدئا من العبور السفلى للشمس المتوسطه على مكان المشاهده . ولما كان العبور لا يحدث فى نفس الوقت

عند الأماكن ذات الأطول الجغرافيه المختلفه ، فإن التعداد اليومى يبدا كذلك مختلفا . وللأماكن ذات الطول الجغرافى المتساوى تبعا لذلك **نفس الزمن المحلى** ، فى حين تختلف الأزمنه المحلية للأماكن ذات الأطول الجغرافيه المختلفة . وفى ذلك فإن فرق ١٥° فى الطول الجغرافى يناظر إختلافا قدره ساعة واحده فى الأزمنه المحلية . والأزمنه المحليه المختلفة غير مناسبه جدا للإقتصاد الحديث . لذلك يتم تحديد مناطق كبيره على الأرض تقع بالقرب من خطوط طول جغرافيه محدده ويُحدد لها وقت موحد ، **التوقيت المنطق** . والزمن المنطق يختلف بساعات كامله أو أنصاف ساعات عن الزمن العالمى (**توقيت جرينتش**) الذى يتخذ خط الطول الجغرافى صفر ، أى خط طول جرينتش مرجعا له . **والتوقيت العالمى** ، أى الزمن المحلى المتوسط للمناطق الموجوده حول خط جرينتش ، يستعمل فى الفلك لتحديد الأحداث الفلكيه لجميع أنحاء الأرض

التوقيت المنطق (وتصحيحاته بالنسبه للتوقيت العالمى)

	ق	س		
ـ	..	١١		ليوتن وساموا
ـ		١٠		غرب ألاسكا وهاواى
ـ		٩		شرق ألاسكا
ـ		٨	توقيت الباسفيكى	غرب كندا وغرب الولايات المتحده الأمريكيه(كاليفورنيا)
ـ		٧	التوقيت الجبلى	أجزاء من كندا والولايات الجبليه ـ من الولايات المتحده الأمريكيه ، والمكسيك (الجزء الغربى)
ـ		٦	التوقيت المركزى	أجزاء من كندا ـ والولايات المتوسطه من الولايات المتحده الأمريكيه والمكسيك (الجزء الشرقى) .
ـ		٥	التوقيت الشرقى	أجزاء من كندا وشرق الولايات المتحده الامريكيه بيرو وشيلى وكوبا .
ـ		٤	توقيت الأطلنطى	أجزاء من كندا ، وسط البرازيل وباراجواى .
ـ		٣		شرق البرازيل ، جرنيلاند والأرجنتين وأوراجواى .
ـ		٢		الأزورن .
ـ		١		إيسلنده وماديرا
		صفر	توقيت غرب أوربا (التوقيت العالمى)	بريطانيا العظمى ، أيرلنده ، أسبانيا . البرتغال ،الجزائر ، المغرب
+		١	توقيت وسط أوربا	الدول الاسكندنافيه ، بلجيكا ، ألمانيا الديمقراطيه ألمانيا الإتحاديه ، بولندا ، تشيكوسلوفاكيا ، المجر ، النمسا ، سويسرا ، فرنسا ، يوغوسلافيا ، إيطاليا ، تونس ، الكاميرون .
+		٢	توقيت شرق أوربا	غرب الإتحاد السوفيتى (موسكو) ، اليونان ، تركيا ، إسرائيل ، الأردن ، مصر ، جنوب أفريقيا .
+		٣		الإتحاد السوفيتى (جورجيا) ، العراق ، مدغشقر ، كينيا .
+		٤		الاتحاد السوفيتى (سفردلوفسك) ، إيران .
+		٥		الإتحاد السوفيتى (أومسك)
+	٣٠	٥		الهند ، سيرى لانكا
+		٦		الإتحاد السوفيتى (نوفوسبرسك) ، الصين (التبت) ، تايلاند .
+		٧		الإتحاد السوفيتى (إركوتسك) ، وسط الصين ، فيتنام ، لاوس .
+		٨		الإتحاد السوفيتى (ياكوتسك) ، كوريا ، الفلبين
+		٩		الإتحاد السوفيتى (كومسومولسك) ، اليابان ، كوريا
+		١٠		الإتحاد السوفيتى (سيريانكا) ، وشرق أستراليا .
+		١١		الإتحاد السوفيتى (أمبارتشيك)
+	٣٠	١١		نيوزيلنده .

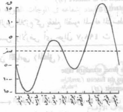
على مقياس زمنى موحد . وبالنسبه **لتوقيت وسط أوربا** يؤخذ خط الطول الخامس عشر شرقا . وتقع مدينة «جورلتز» عند خط الطول هذا ، أى أن الوقت المحلى عند هذا المكان هو نفسه توقيت وسط أوربا .

وبالنسبه لمدينة برلين ، ذات الطول الجغرافى ٢٣ ١٣ شرقا ، يبلغ الفرق بين توقيت وسط أوربا والوقت المحلى المتوسط حوالى ٦٫٣ دقيقه ، بحيث تسبق ساعات التوقيت المحلى المتوسط فى برلين ساعات توقيت وسط أوربا . وتتبع مدينة القاهره التوقيت المنطق المنسوب إلى خط الطول الجغرافى ٣٠ شرقاً والذى يمر بالقرب من السلوم . وبذلك فإن التوقيت المحلى المتوسط فى القاهره يسبق التوقيت المنطق بحوالى ٥ دقائق . ويعطى الجدول الفرق بين توقيت بعض الدول وتوقيت غرب أوربا (أو توقيت جرينتش) .

تدل علامة + وعلامة– على الساعات التى تعطى الوقت المنطق بالنسبه لتوقيت وسط أوربا وذلك بالتقديم أو التأخير على التوالى . فى الاتحاد السوفيتى تزيد كل الساعات ساعة ، وفى بريطانيا العظمى ، ساعتين . وفى أسبانيا والجزائر قُدمت الساعات ساعة إضافيه بحيث تعطى توقيت وسط أوربا .

إن تعيين الزمن أى تحديد لحظه زمنيه معينه يتم على أساس الأرصاد الفلكيه . وفى ذلك فإننا نطبق نفس الطريقه التى نتبعها لتعين الزمن الموقعى : فنقوم بحساب اللحظه الزمنيه لحدوث ظاهرة فلكيه ، على سبيل المثال ، وقت العبور العلوى لنجم ما ونرصد هذا الوقت ، ونقارن الوقت المحسوب بالوقت المرصود على ساعة الرصد (←ساعة) . وبإضافة الفرق الناتج بين كل من الوقت المحسوب والمرصود إلى الزمن المرصود نحصل على الوقت الحقيقى لحدوث الظاهره . إن أدق طريقه لتعيين الزمن هى برصد العبور العلوى **لنجم زمن** ، ونجوم الزمن موجوده بالقرب من خط الإستواء ومعروف إحداثياتها بأقصى دقه . وفى لحظه عبور النجم يكون الوقت المحلى النجمى مساويا لمطلع النجم المستقيم ، وذلك لأن زاوية الساعه فى هذه اللحظه تساوى صفر (الزمن النجمى = المطلع المستقيم + زاوية الساعه) . بهذة الطريقه يمكن ضبط الساعه ، التى تعطى الوقت النجمى المحلى . ويمكن أيضا حساب الوقت الشمسى المحلى من الوقت النجمى المحلى ، وبالدقة المطلوبه وبالتالى ضبط الساعه التى تسير حسب التوقيت الشمسى المحلى . وإذا ما أخذنا فى الإعتبار الإختلاف بين خط طول المحل وخط الطول القياسى المنسوب إليه الزمن المنطق فإننا نحصل بذلك على الأخير من الزمن الشمسى المحلى .

ومعادلة الزمن هى الفرق بين كل من الوقت الشمسى الحقيق والمتوسط ، أى الفترة الزمنيه الواجب إضافتها إلى الوقت الشمسى المتوسط كى نحصل منه على الوقت الشمسى الحقيق . وفى حالة معادلة الزمن الموجبه تعبر الشمس الحقيقيه مبكرا عن الشمس المتوسطه ؛ أى أن الساعه التى تدور حسب الزمن الشمسى المتوسط تسير متأخره عن ساعة الزمن الشمسى الحقيق . ولمعادلة الزمن فى العام الواحد نهايتين علويتين (١٥ مايو : + ٣٫٧ ق ، ٣ نوفبر : + ١٦٫٤ ق) ، ونهايتين سفليتين (١٢ فبراير : – ١٤٫٣ ق ، ٢٧ يوليو : – ٦٫٤ ق) ، كما أنها تبلغ الصفر أربع مرات (١٦ أبريل ، ١٤ يونيو ، ٢ سبتمبر ، ٢٦ ديسمبر) . كما تعانى معادلة الزمن من إزاحات سنويه ، بحيث يمكن أن تختلف هذه



معادلة الزمن .

التواريخ بحوالى يوم . ومعادلة الزمن سببها دوران الأرض غير المنتظم حول الشمس (←اليوم الشمسى) . أنظر الشكل .

زمن الدوران

orbital period, period of revolution
période de révolution *(sf)*
Umlaufzeit *(sf)*

هو الزمن الذى يتطلبه جرم سماوى للدوران حول آخر . ويمكن التمييز بين أزمنة دوران مختلفة لجرم سماوى واحد وذلك حسب النقطه التى تنسب إليها الدوران . وبهذا نميز فى حركة ←الكواكب بين أزمنة دوران نجميه وإقترانية . وفى حالة حركة القمر شديدة الاضطراب يوجد بالاضافة إلى ذلك زمن دوران مدارى وزمن دوران حضيً وزمن دراكونى (تنينى) . وتسمى فترة دوران الأرض حول الشمس سنه وفترة دوران القمر حول الأرض شهر .

الزمن الزيجى

ephemeris time
temps des ephemerides *(sm)*
Ephemeridenzeit *(sf)*

هو ← الزمن الموقعى

الزمن الشمسى

solar time
temps solaire *(sm)*
Sonnenzeit *(sf)*

هو الزمن المقاس بوحدات ←اليوم الشمسى .

الزمن الضوئى

equation of light
équation de la lumière *(sf)*
Lichtzeit *(sf)*

هو الزمن اللازم كى يقطع الضوء المسافه المتوسطه بين الشمس والأرض أى حوالى ٤٩٨٫٧ ث

الزمن القياسى (المنطق)

zone time, standard time
temps du fuseau *(sm)*
Zonenzeit *(sf)*

هو ←التوقيت (الزمن) المعمول به فى نطاق معين بالقرب من خط طول قياسى

الزمن المحلى

local time
temps local *(sm)*
Ortszeit *(sf)*

هو ←الزمن المنسوب إلى خط زوال المحل .

الزمن الموقعى

ephemeris time
temps des éphémérides *(sm)*
Ephemeridenzeit *(sf)*

هو ←الزمن المستخدم فى حساب المواقع الظاهريه للأجرام السماويه .

الزمن النجمى

siderial time
temps sidèral *(sm)*
Sternzeit *(sf)*

هو ←الزمن المقاس بوحدات اليوم النجمى

الزهره

venus
vénus *(sf)*
Venus *(sf)*

كوكب يرمز له بالرمز ♀ . تتحركُ الزهره بسرعة متوسطه حوالى ٣٥٫٠٥ كم/ث وتدور فى كل ٢٢٤٫٧ يوما مره واحده حول الشمس . فى أثناء ذلك يتحرك الكوكب فى قطع ناقص يحيد قليلا جدا عن المدار الدائرى . وتبلغ إهليجية المدار ٠٫٠٠٦٨ وهى أصغر من إهليجية كل المدارات الأخرى . يقدر بعد الزهره المتوسط عن الشمس بحوالى ٠٫٧٢٣ وحده فلكيه . ويميل مستوى مدار الزهره بحوالى ٣٫٤ على مستوى مدار الأرض .

وبالنسبه لنا على سطح الأرض فإن الزهره لا تزيد فى ←الاستطاله عن ٤٧ شرقا أو غربا من الشمس ؛ وفى داخل هذين الحدين تتأرجح الزهره فى دوره طولها ٥٨٣٫٩ يوما حول الشمس شرقا وغربا . وفى أثناء ذلك يحدث أحيانا مرور الزهره أمام قرص الشمس . والزهره بلمعانها من القدر الظاهرى – ٣ إلى – ٤ تعتبر ألمع الأجسام السماوية بعد الشمس والقمر . ومن هنا فإنها تُرى أثناء الشفق اللامع كنجم

مسالى أو **نجم صباحى** . وفى الوضع المناسب فإن الزهره يمكن رؤيتها بالعين المجرده فى ضوء النهار . يتغير بعد الزهره عن الأرض حسب وضع كلا الكوكبين فى مداريهما من ٤١ إلى ٢٥٧ مليون كم . وبذلك تحدث تغييرات كبيره فى القطر الظاهرى من حوالى ١٠ً حتى ٦٠ً مصحوبة بتغييرات كبيره فى الأطوار (الشكل) . وقد تنبأ كوبرنيكوس بإختلاف أطوار الزهره كدليل على صحة نظرياته . ولما كانت هذه الظاهره يمكن مشاهدتها فقط بالمناظير فقد ظلت غير واضحه حتى إكتشفها جاليلى . وفى الإقتران العلوى (أبعد نقطه عن الأرض) نرى قرص الزهره كله مضيئا وصغيرا بسبب البعد الكبير . ويزداد القطر كلما إقترب الإقتران السفلى (أقرب نقطه إلى الأرض) ، ويكون ذلك مصحوبا بنقص فى الجزء المضاء من قرص الزهره . يبلغ الجرم السماوى أقصى لمعانه قبل أو بعد ٣٥ يوما من الإقتران السفلى . وبالقرب من الإقتران السفلى يلاحظ وجود إستطاله كبيره فى الجزء المضئ الهلالى الشكل (إمتداد طرفَىْ القرن) . ويأتى ذلك بسبب تشتت الضوء فى الغلاف الجوى للزهره .

طول قطر الزهره ١٢١١٢ كم أى ٩٥٪ من قطر الأرض ، وهو ليس مفلطحا . وكلا الكوكبين متشابهين فى الكتله والكثافه : فكتلة الزهره حوالى ٨١٤٨ر٠ من كتلة الأرض ، وكثافتها المتوسطه ٢٣٠ر٥ جم/سم٣ أى ٥٪ أصغر من الكثافه المتوسطه للأرض . وعجلة التثاقل على سطح الزهره تبلغ حوالى ٨٩٪ مما هى عليه على سطح الأرض

وسطح الزهره مغطى بطبقه سحابيه سميكه ، يمتد حدها العلوى من ٥٠ إلى ٦٠ كم أعلى من السطح . ومن على سطح الأرض فإننا نرى فقط ضوء الشمس المنعكس على هذا الغلاف السحبى ؛ وهذا يعلل البياض الكبير الذى يبلغ ٧٦ر٠ والبقع التى نشاهدها فى الكوكب ما هى إلا ظواهرِ ضوئيه جويه . يصعب رؤية سطح الزهره مباشرة من على الأرض بسبب غطاء السحب الكثيف . وعلى خلاف ذلك فقد أصبح من الممكن إجراء الأبحاث المباشره لغلاف الزهره الجوى منذ بضع سنين وذلك بمساعدة سفن الفضاء وخصوصا السوفيتيه منها من النوع «فينيرا» التى تخللت الغلاف الجوى للزهره . يتضح من هذه الأبحاث أن غلاف الزهره الجوى يتكون من حوالى ٩٥٪ من ثانى أكسيد الكربون (CO_2) أما الجزء الباقى فيتكون من الهيدروجين H ومن كميات ضئيله من الماء (H_2O) وأول أكسيد الكربون CO ومن الممكن أيضا الأكسجين O ولو أن ذلك مختلف عليه . ويبدو أنه لا وجود للنيتروجين (N) . والكثافة فى غلاف الزهره الجوى كبيره بدرجة لم نكن نتوقعها . فهى على سطح الزهره أكبر ٤٠ مره من كثافة الغلاف الجوى عند سطح الأرض . كذلك فإن درجة الحراره عاليه بدرجة لم تكن متوقعه : فيمكن أن تبلغ من ٤٠٠ إلى ٥٠٠ْ م فوق سطح الزهره . ويمكن تعليل ذلك بأن الغلاف الجوى للزهره له خاصية «البيت الزجاجى» : إذ يمكن لضوء الشمس الساقط النفاذ إلى عمق كبير فى الغلاف الجوى . أما ما يعاد إشعاعه فى الموجات الطويله فيتم



أطوار الزهره وتغير حجمها الظاهرى مع إختلاف الأوضاع النسبيه لها مع الشمس والأرض .

إمتصاصه ثانيه وبسرعه ، أى أنه يبقى مختفيا فى داخل الغلاف الجوى فيعمل على تسخينه . وللزهره مجال مغناطيسى ضعيف ، تقل شدته عن ١ر٠٪ من المجال المغناطيسى الأرضى . وعلى ذلك فإن الزهره ليس لها آية أحزمة إشعاعيه .

أصبحت معرفتنا لفترة دوران الزهره حول نفسها وكذلك معنى هذا الدوران منذ وقت قصير على أساس أرصاد الرادار(←طريقة صدى الراديو) . من ذلك حصلنا على النتيجة المدهشة ، وهى أن الزهره على العكس من كل الكواكب وعلى العكس من إتجاه الدوران الرئيسى ، لها دوران تراجعى فى المجموعة الشمسيه . ويبلغ ميل خط الاستواء بالنسبه لمستوى المدار حوالى ٦ . وفترة الدوران النجمية للزهره حول نفسها ، التى تبلغ ٩٨ر٢٤٢ يوما ، أطول بكثير عنها للكواكب الأخرى . (فترة الدوران الإقترانية ٧ر١١٦ يوما) . أى أن يوم الزهره يساوى ٥٨ يوما أرضيا . ومن الأرصاد التى تؤخذ فى بعض الأحيان للتكوينات البقعيه فى الغلاف الجوى ، تم سابقا إستنتاج فترة دوران تقدر بحوالى بضع أيام فقط للكوكب حول نفسه . ومن الممكن تعليل هذا التناقض بوجود رياح دائمه ذات سرعات عاليه فى الطبقات العليا من غلاف الزهره الجوى فى هذه الحالة فإن الطبقات العليا من غلاف الزهره الجوى تدور بسرعة أكبر عن سرعة الدوران عند سطح الزهره .

دخلت سفينه الفضاء السوفيتيه فينوس ٣ فى ١٩٦٦/٣/١ غلاف الزهره الجوى . وقد كانت هذه أول مره يصل فيها جسم من صنع آدمى إلى كوكب آخر .

لمزيد من البيانات أنظر ←الكواكب ، الجدول .

الزوال

meridian
méridien *(sm)*
Meridian *(sm)*

(١) خط الزوال السماوى ، وهو الدائره الكبرى التى تمر بالقطب السماوى وكل من سمت ونظير مكان المشاهد . ويقطع الأفق هذه الدائره فى نقطتى الجنوب والشمال . وفى أثناء الحركة اليومية الظاهريه تبلغ الأجرام السماويه فى الزوال أكبر إرتفاع لها فوق أو تحت الأفق ، أى أنها تبلغ ذروتها فى الزوال (الشكل ؛ ←الإحداثيات) .

(٢) كل نصف دائره على الارض تصل بين قطبيها الجغرافيين . ويبدأ تمداد الطول الجغرافى ، الذى يمثل إحدى الإحداثيات الجغرافيه من خط طول جرينتش ، خط الطول صفر وذلك حسب الإتفاق الدولى لعام ١٩١١ .

الزيج

Zig *(A)*

هو ← جداول الكواكب

الزيج الحاكمى

Hakemite tables *(A)*

جداول الكواكب التى وضعها ← إبن يونس

الزيج الخانى

Ilkanic tables *(A)*

جداول الكاوكب التى وضعها ← الطوسى

الزيج الصابى

Ilsabi tables *(A)*

جداول الكواكب التى وضعها ← البتانى .

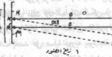
زيغ الضوء

aberretion of light
aberration de la lumière *(sf)*
Aberration des Lichtes *(sf)*

(١) تغيير ظاهرى فى مواقع النجوم نتيجة لحركة الأرض والسرعة المحدودة للضوء . فالضوء الساقط من النجم S على عدسة المنظار O يتطلب وقتا معينا حتى يصل إلى نقطه ما ، مثلا النقطه M من العينيه . وبما أن المنظار يتحرك تبعا لحركة الأرض فى

إتجاه غير إتجاه الضوء القادم من النجم ، فإن الضوء لا يصل إلى النقطة M حيث تكون هذه قد تحركت خلال الفترة الزمنيا المذكورة إلى النقطة Ḿ . وإذا ما أردنا أن يصل الضوء إلى النقطة M فلابد من إدارة المنظار بالزاويه ∝ على اتجاه حركته فتصير بذلك الشيئيه فى النقطه Ó ويظهر بذلك ضوء النجم وكأنه ليس آتيا من Ś وإنما من S التى تميل **بزاوية الزيغ** ∝ على إتجاه حركة المنظار . وتعتمد زاوية الزيغ على كل من نسبة سرعة حركة المنظار إلى سرعة الضوء وعلى الزاوية بين إتجاه الضوء الساقط وإتجاه حركة المنظار . وتكون زاوية الزيغ أكبر ما يمكن عندما يكون إتجاه الحركة عموميا على إتجاه سقوط الضوء . ولما كانت سرعة حركة المنظار صغيره فى العاده بالنسبه إلى سرعة الضوء فإن زاوية الزيغ فى العاده أيضا صغيره . إن مشاهد ما على سطح الأرض يخضع لثلاث أنواع من الحركات ينشأ عنها تأثيرات الزيغ الضوئى الآتيه :

(١) **الزيغ اليومى** ويأتى نتيجة لحركة المشاهد مع الأرض فى دورتها اليوميه حول محورها، ويظهر النجم الموجود على خط الزوال لمشاهد عند خط الاستواء مزاحا بزاويه ٣٢ر٠″ ناحية الشرق . وبزيادة قيمة خط العرض تقل سرعة حركة المشاهد وبالتالى تصغر زاوية الزيغ α حسب القاعده : $\alpha = 0'',32 \cos \varphi$ وقيمة الزيغ اليومى عند القطبين صفر .

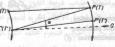


(١) زيغ الضوء .

(٢) **الزيغ السنوى** وينتج عن حركة الأرض فى مدارها حول الشمس . وحيث أن حركة الأرض تأخذ زوايا مختلفه بالنسبه لإتجاه الأرض ـ نجم خلال العام ، فإن زاوية الزيغ تتأرجح خلال العام بين نهاية عظمى ونهاية صغرى ، وتعتمد الأخيره على العرض البروجى للنجم . وقيمة زاوية الزيغ ثابته بالنسبه للنجوم التى تقع فى قطبى الدائره البروجيه وتساوى ٤٧ر٢٠″ . ويطلق على هذه القيمة **ثابت الزيغ** . وبخلاف نجوم القطب البروجى التى تتحرك ظاهريا فى دائره حول المكان الحقيق للنجم فإن النجوم الأخرى تصنع ظاهريا قطع ناقص . ويكون ، فى **قطع الزيغ الناقص** هذا ، الطول الظاهرى لنصف القطر الأكبر عباره عن ثابت الزيغ بينما يعتمد طول نصف القطر الأصغر على العرض البروجى للنجم . ويتحول القطع الزيغى إلى خط فى حالة النجوم الواقعه على دائره الاستواء البروجى . ومعنى ذلك أن هذه النجوم تتأرجح كالبندول حول موقع معين خلال العام . إكتشف «برادلى» الزيغ السنوى عام ١٧٢٨ .

(٣) **الزيغ الحِقّبى** ويحدث نتيجة لحركة الشمس بكل كواكبها بما فيهم الأرض فى المجره . ويمكن إعتبار حركة الشمس فى خلال فترات المشاهده خطيه . وتقاسى كل النجوم التى تُشاهد من الأرض من تغيير ظاهرى فى مكانها فى إتجاه مستقر الشمس نتيجة للزيغ الحقبى . وهذا التغيير الظاهرى ثابت مع الزمن ، أى أنه لا يحدث تغيير فى المواقع النسبيه للنجوم ولهذا فليس للزيغ الحقبى أهميه كبيره فى الفلك .

عند التحديد الدقيق للمدارات لابد من أخذ **الزيغ الكوكبى** فى الإعتبار . ولنفترض أن الجرم السماوى فى اللحظه T ، وقت إشعاعه للضوء ، يوجد فى النقطة P من مداره ، بينما الأرض فى



(٢) الزيغ الكوكبى .

النقطة E . وحيث أن الضوء يحتاج فتره زمنيه $(T' - T)$ ، هى الزمن الزيغى ، حتى يصل إلى الأرض ، فإنه يصلها عند اللحظه T' فى النقطه E' . ونتيجة للزيغ الكوكبى فإن الكوكب يظهر وكأنه فى هذا الوقت فى الاتجاه $E'P$ الذى يميل بالزاويه α على الإتجاه $E'P'$. والإتجاه الهندسى من موقع الأرض E' إلى الموقع P' للجسم السماوى عند اللحظه T ليس هو نفسه الإتجاه الحقيق $E'Q$ بل إن $E'Q$ هو موازٍ للإتجاه الواصل بين الأرض والجرم السماوى عند اللحظه T ، أى أنه بالضبط الاتجاه الحقيق الذى نبحث عنه فى عمليه تعيين المدار ، حيث تعتبر حركة الأرض أثناء الفترة الزمنيه القصيره بين اللحظه T واللحظه T' خطيه ومنتظمه . ونحصل على الزمن T من الزمن T' بطرح القيمة $(T'-T)$ التى تعطى كنسبه إلى سرعة الضوء .

II الزيغ اللونى والزيغ الكروى وهما عباره عن نوعان من إخطاء الصوره ، ← منظار .

الزيغ الحقى

secular aberration
aberration séculaire *(sf)*
säkulare Aberration *(sf)*

← زيغ الضوء .

الزيغ السنوى

annual aberration
aberration annuelle *(sf)*
jährliche Aberration *(sf)*

← زيغ الضوء .

الزيغ الكروى

spherical aberration
aberration sphérique *(sf)*
sphäische Aberration *(sf)*

← زيغ الضوء ، ← منظار .

الزيغ الكوكبى

planetary aberration
aberration planétaire
Planetenaberration *(sf)*

← زيغ الضوء .

الزيغ اللونى

chromatic aberration
aberration chromatique *(sf)*
chromatische Aberration *(sf)*

← زيغ الضوء ، ← منظار .

الزيغ اليومى

diurnal aberration
aberration diurne *(sf)*
tägliche Aberration *(sf)*

← زيغ الضوء .

زيليجر

Seeliger

هو هوجو فون زيليجر الفلكى الألمانى المولود بتاريخ ٢٣ سبتمبر ١٨٤٩ فى بايلا والمتوفى بتاريخ ٢ ديسمبر ١٩٢٤ فى ميونخ ، منذ ١٨٨٣ مديرا لمرصد ميونخ إشتغل زيليجر بالفلك النظرى والفوتومترى وقدم أعمالا أساسيه عن توزيع النجوم فى الفضاء المحيط بالشمس .

س

الساعه

clock, watch
montre *(sf)*, **horqloge** *(sf)*
Uhr *(sf)*

يحتاج كل مرصد يقوم بأرصاد أسترومتريه إلى ساعات دقيقه مع كرونوجرافات (كاتبات الزمن) . وبالإضافة إلى ذلك فإن الساعات تُمكن من إدارة المناظير وفق الحركة اليوميه الظاهريه للنجوم . ومبدأ الساعات يعتمد على عملية دوريه يعود بعدها دائما حدوث شئ معين بعد فترات زمنيه محدوده (دورات) . ويستعمل هذا فى إداره محرك يمكن بواسطته تحريك نظام مؤشرات . مثل هذه العمليات الدوريه يمكن أن يستخدم فيها ذبذبة بندول (الساعه البندوليه) ، ساعة كوارتز أو الذبذبات الذاتية فى

الذرات أو الجزيئات (الساعه الذريه) . وكلما كانت دورة الذبذبه دقيقة الثبات كلما دارت الساعة أيضا بدقة أكثر .

وليس من الضرورى أن تعطى **الساعه الفلكيه** الدقيقه الزمن الدقيق ، بل لابد فقط من معرفة خطأ مؤشراتها ، أى أن **خطأ الساعه** لابد أن يكون معروفا وعند إعطاء خطأ الساعه فإننا نختار الإشاره بحيث ينتج الزمن الواجب إظهاره بإضافة خطأ الساعه على الزمن الذى تشير إليه . لذلك فإن الساعه التى لها خطأ موجب تؤخر بينما التى تقدم لها خطأ سالب . ولا يضر كثيرا أن تسرع الساعه أو تبطئ بعض الشئ ، طالما أننا نعرف **المجرى اليومى** ، أى تغيير خطأ الساعة خلال اليوم . لكن تغيير المجرى اليومى لابد أن يكون بقدر الإمكان صغير ، أى لابد أن تدور الساعه بإنتظام جدا ؛ وعن طريق ذلك يتم تحديد درجة جودة الساعه . والساعات الدقيقة لا يتم ضبطها وإنما مراقبتها فقط ، بحيث يمكن دائما إضافة خطأ الساعه كتصحيح على قراءة المؤشرات . وقديما كان لابد من إجراء مراقبات الساعه هذه فى كل مرصد بواسطة عبور النجوم بإستعمال منظار الزوال . أما الآن فتتم هذه التحديدات الزمنيه فى أماكن قليله ثم ترسل النتائج فى صوره إشارات راديويه يمكن بها ربط الساعات فى كل الأماكن الأخرى .

الساعات الشمسيه : كانت الساعات القديمة عباره عن ساعات شمسيه ، لانزال نجدها على حوائط البيوت القديمة أوكحلية على المبانى الخشبيه . وفى الساعه الشمسيه يُستعمل ظل عصا أو مسقط ظل منحنى كمؤشر متحرك . ويوجد ساقط الظل (الشاخص) موازيا لمحور الأرض . ويتم قراءة الزمن على مساحة مقسمه إلى ساعات توجد فى الغالب إما أفقيه أو رأسيه . ولما كان الظل يسير حسب دوران الشمس فإن الساعة الشمسيه تُشير إلى الزمن الشمسى الحقيق ، ويمكن مراعاة التحويل إلى زمن منطق فى دائرة مقياس الزمن . وفى مقابل الساعات العاديه التى تسير حسب الزمن الشمسى المتوسط فإن الساعات الشمسيه تقدم أو تؤخر بمقدار ← معادلة الزمن ، على حسب الفصل من السنه ، الشئ الذى يصل إلى أكثر من ١٥ دقيقه . وقراءة الساعة الشمسيه مضبوطه مع الزمن الشمسى المتوسط فى أربعة أيام من السنه ، عندما تكون معادله الزمن صفرا .

الساعه (البندوليه)

Horologium, Hor *(L)*
pendulum clock
pendule *(sm)*
Pendeluhr *(sf)*

هى كوكبة ← البندول .

الساعه الشمسيه والفلكيه

solar clock
horloge solaire *(sf)*
Sonnenuhr *(sf)*

← الساعه .

الساعه الفلكيه

astronomical clock
horloge astronomique *(sf)*
astronomische Uhr *(sf)*

← الساعه .

الساق

Aquarius, Aqr *(L)*
watermann
verseau *(sm)*
Wassermann *(sm)*

برج ← الدلو .

ساها

Saha

هو مجهناد « ساها » الفيزيائى الهندى والفيزيائى الفلكى المولود بتاريه ١٠ أكتوبر عام ١٨٩٣ فى سيفرا تالى (السنغال) والمتوفى بتاريخ ١٧ فبراير ١٩٥٦ فى لودايكانال . إستخرج ساها معادلة سميت بإسمه ، يمكن بواسطتها حساب درجة التأين . وعن طريق تطبيق هذه المعادله على الأغلفه الجويه للنجوم أصبح تعليل الفروق فى أطياف النجوم مختلفه النوع الطيفى ممكنا .

السبع

Lupus, Lup *(L)*
Wolf
loup *(sm)*
Wolf *(sm)*

← الذئب

السبع نجوم

Pleiades
pléiades *(pf)*
Siebengestern *(sn)*

← الثريا .

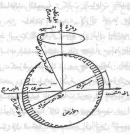
السبق

precession
précession *(sf)*
Präzession *(sf)*

هو حركة محور مغزل تحت تأثير قوة خارجيه حول محور ثابت فى الفضاء . وبخلاف هذا التعبير الشائع فى الفيزياء فإننا نفهم فى الفلك تحت **السبق العام** إنتقال نقطتى الاعتدالين ، أى النقطتين على دائره البروج اللتان يتقاطع فيهما دائرة الاستواء السماوى ودائره البروج ، أى نقطتى الربيع والخريف . يرجع هذا الإنتقال إلى تغيير فى وضع كل من الإستواء السماوى والبروج بالنسبه للنجوم الثوابت .

تشبه الأرض شكل مجسم دوار يمكن تصوره كما لو كان مكونا من كره وطوق سمكه عند خط الإستواء حوالى ٢١كم . وبسبب ميل مستوى الإستواء السماوى على مستوى البروج بحوالى ٢٧ ْ ٢٣ فإن قوتا جذب الشمس والقمر تعملان بعزم دوران على إدارة مستوى الاستواء ناحية مستوى البروج ، وذلك لأن كلا من الشمس والقمر يتواجدان دائما فى البروج أو بالقرب منه . يمكن إعتبار الأرض فى دورانها مثل المغزل . وتبعا لقوانين معروفه فى الطبيعه فإن محور المغزل لا يتبع عزم الدوران المؤثر ، وإنما يحيد عنه بزاوية يمينيه ، وبذلك يضع محور الدوران حول الأرض عباءة مخروط مزدوج ، (**مخروط السبق**) ، ترتكز قمته فى منتصف الأرض ويتعامد محوره الثابت على مستوى البروج ، أى يشير المحور ناحية قطب دائره البروج . ونصف زاوية فتحه مخروط السبق تساوى الميل البروجى أى ٢٧ ْ ٢٣ . ومع تغير محور دوران الأرض يتغير كذلك مستوى خط الإستواء ، حيث أن الأخير دائما عمودى على الأول . ومع إنتقال مستوى خط الإستواء الأرضى ينتقل كذلك مستوى الإستواء السماوى ، لأن مستوى الاستواء السماوى ما هو إلا إمتداد لمستوى الإستواء الأرضى ، وينشأ عن ذلك إنتقال فى نقطتى الربيع والخريف . إن ما يحدث بفعل الشمس والقمر من زحزحة فى نقطتى الربيع والخريف على دائرة البروج فى إتجاه عكس الدوران الظاهرى السنوى للشمس يسمى **بالسبق الشمس قمرى** ، وتقدر قيمته فى العام بحوالى ٥٠,٤٠ ً ، منها ٣٠ ً راجعة لفعل القمر وحده بسبب قربه الشديد من الأرض . وهناك إنتقال آخر أظهرته نظرية النسبيه يسمى **السبق المساحى** وقيمته ـ ٠,٢ ً لكل عام . تبعا لكل ما ذكر فإن دورة كامله لنقطة الربيع حول البروج تستغرق حوالى ٢٥٧٠٠ سنه . تسمى هذه الفترة الزمنية بالسنه البلاتونيه .

يتسبب تحرك نقطه الربيع فى إتجاه معاكس لدوران الشمس الظاهرى على البروج فى أن تقل السنه المداريه ، أى الفتره الزمنيه بين عبورين متتالين للشمس خلال نقطة الربيع المتوسطه ، عن السنه النجميه ، أى الفتره الزمنيه المنقضيه حتى تعود



(١) السبق .

الشمس إلى نفس الوضع مرة ثانيه بالنسبه للنجوم ، وذلك بمقدار ٢٣ث٢ق .

كانت نقطه الربيع ، وفى أيام «هيبارخ» ، مُكتشف السبق ، فى برج الميزان وعلى حافة برج الحوت . ومنذ ذلك الوقت حتى الآن إنتقلت نقطة الربيع حوالى ٤٥ق١س فى المطلع المستقيم ، بحيث أصبحت الآن موجوده فى برج الحوت وعلى حافة برج الدلو .

ولا يحدث إنتقال نقطه الربيع بصورة منتظمة ، لأن عزم الدوران الناتج من القمر ، على سبيل المثال ، متغير مع الزمن . وعلى ذلك فإن ما ينتج من سبق يتغير أيضا بمرور الزمن . ويتسبب القمر فى حدوث أكبر سبق عندما يكون على أبعد مسافة من مستوى خط الإستواء ، الشئ الذى يحدث عندما يكون القمر فى مداره على بعد ٩٠° من عقدة مداره الصاعده ، وتكون هذه منطبقه مع نقطه الربيع . فى هذه الحالة يكون ميل القمر مساويا لميل مستوى مداره على مستوى البروج . ولما كان خط عُقد مدار القمر يدور ، فإن القمر لا يصل إلى هذا الوضع المتطرف فى هورانه كل مره وإنما كل ١٨٫٦ سنه وهى الفتره التى تنتهى فيها دورة الععد القمريه . من ذلك يتضح أن نقطة الربيع تتأجح بدوره العُقد القمرية أى فى فترة طولها ١٨٫٦ سنه ، حول وضع متوسط . وتبلغ أكبر مسافه بين نقطة الربيع الحقيقيه والأخرى التخيليه ، التى تتحرك بسرعه منتظمه حوالى ١٧٫٢٤" .

يعانى ميل البروج أيضا من تغيير دورى قيمته القصوى ٩٫٢١" نتيجة للتأرجح الدورى فى محور دوران الأرض وبالتالى إنتقال مستوى الإستواء . بجانب ذلك يوجد تغيير دورى صغير فى السبق بسبب الأوضاع المتغيره للشمس والقمر بالنسبه للأرض . كل هذه التغيرات الدورية فى السبق يضمها فى الفلك إسم **الترنح** . ونتيجة للترنح فإن محور الأرض يصنع مخروط سبق غير منتظم أى متموج .

وعلاوة على الدوران فإن الأرض تتحرك حول الشمس حركة سنوية . ولو إعتبرنا كتلة الأرض موزعه بإنتظام على طول مدارها حول الشمس ، فإنه يمكننا إعتبار الأرض فى هذه الحاله وهى تدور حول الشمس مثل مغزل ، قطره هو قطر مدار الأرض . ولما كانت مدارات الكواكب تميل على مدار الأرض ، فإن الكواكب تؤثر بعزم دوران على الأرض ، يحاول إدارة مدارها فى المستوى الأساسى لمستويات مدارات الكواكب . وتكون النتيجة أن يحدث سبقا فى محور مدار الأرض حول الشمس ، أى العمود المقام على مستوى مدار الأرض حول الشمس ، يؤدى هذا السبق إلى إنتقال مدار الأرض وبالتالى دائره البروج . وهذا يؤدى بدوره ، فى حالة إفتراض ثبات مستوى الإستواء السماوى ، إلى إنتقال نقطة الربيع على خط الإستواء السماوى ، الشئ الذى يُرمز إليه **بالسبق الكوكبى** وتقدر قيمته السنويه بحوالى ٠٫١٢" . يتغير مع ذلك أيضا ميل البروج ، الذى تبلغ قيمته حاليا ٢٣° ٢٦' ٣٥٫٤٧" ويتناقص بمقدار ٠٫٤٧" ويلاحظ أن تغيير ميل البروج ليس حِقْبيا وإنما دوريا فهو يتأرجح فى مدة حوالى ٤٠ ٠٠٠ سنه بين القيمتين ٢١° ٥٥' و ٢٤° ١٨' .

(يحدث إنتقال مستوى مدار القمر وبالتالى إداره للعقد القمريه بنفس المؤثر. فى هذه الحالة يكون القمر فى مداره حول الأرض هو المغزل والشمس هى الجسم الذى يسبب الاستداره)

إن السبق الشمس قمرى والسبق الكوكبى يكونان معا مايعرف **بالسبق العام** ، أى الإنحراف الفعلى لنقطة الربيع فوق البروج المتحرك . ولما كانت الإزاحتان لا تحدثان فى إتجاه واحد فإن قيمة السبق العام تبلغ فقط ٥٠٫٢٦" فى السنه . وتسمى **بثابت السبق** النسبه بين السبق الشمس قمرى و Cos ε ؛ حيث ε هى ميل دائره البروج . وقيمه ثابت السبق هى ٥٤٫٩٤" لكل عام وتتغير مثل كل من السبق الكوكبى والشمس قمرى بدرجة قليلة مع الزمن .

إن تعيين القيم العدديه لكل من السبق الشمس قمرى والترنح وتغيير الميل ممكن من الناحية النظرية وذلك عندما نعرف بدقة توزيع الكتله فى جسم الأرض ، حيث أن ذلك يؤثر على عزم الدوران الفعلى . ولما كانت هذه المعرفة الدقيقه غير ممكنه حتى الآن ، فانه يلزم تحديد الثوابت العدديه للسبق الشمس قمرى وللترنح بطرق تجريبيه وذلك من واجبات علم القياسات الفلكيه .

يمثل كل من مستوى الإستواء ومستوى البروج أساسا فى نظم الإحداثيات الفلكيه ، بينما نقطة الربيع هى دليل لإحصاء الإحداثيات . ومن هنا فإن الإزاحه فى المستوى الأساسى والتغيير فى نقطه بداية الإحداثيات نتيجه السبق يؤديان إلى تغيير فى ←إحداثيات الجرم السماوى . ولذلك فإن التعيين الدقيق ←لمكان جرم سماوى يستلزم تدارك هذا التغيير . فنتيجة لتجول محور الأرض يتجول أيضا قطبى السماء ، أى نقط تلاقى إمتداد محور الأرض مع القبه السماويه . من هنا فإن البعد القطبى للنجم يتغير مع الزمن ؛ فمثلا يقل البعد القطبى لنجم القطبيه (ألفا الدب الأصغر) ، والذى يبلغ الآن حوالى ١° وستكون قيمته فى عام ٢١٠٠ فقط ٢٨َ ، ثم يزداد بعد ذلك ثانيه . وفى عام ٤٠٠٠ سيلعب النجم جاما



(٢) مسار قطب السماء بين النجوم . وقد أدرجت تواريخ تواجد القطب فى الأماكن المختلفة .

قيفاوس دور نجم القطبيه بينما سيقوم بذلك نجم النسر الواقع عام ١٤٠٠٠ .

ويتضح من الأرصاد وجود حركات أخرى للقطب قيمتها صغيره جدا وتنتج من إنتقال محور الدوران فى داخل جسم الأرض (←إرتفاع القطب) .

تم إكتشاف السبق بواسطة هيبارخ حوالى عام ١٥٠ ق . م وذلك عندما قارن مواقع النجوم التى رصدها مع أرصاد مدرجه فى مصنف سبقه بحوالى ١٥٠ سنه ، كما إكتشف «برادلى» الترنح حوالى عام ١٧٤٧ .

سبق الشمس والقمر

luni-solar precession
précession luni - solaire *(sf)*
Lunisolar Präzession *(sf)*

←السبق .

سبق الكواكب

planetary precession
précession planétaire *(sf)*
Planetenpräzession *(sf)*

←السبق .

سبكتروسكوب

spectroscope
spectroscope *(sm)*
Spektroskop *(sn)*

أحد←الأجهزه الطيفيه .

سبكتروسكوبى

spectroscopy
spectroscopie *(sf)*
Spectrosckpie *(sf)*

هو تحليل الضوء إلى طيف وكذلك دراسته . ولهذا الغرض تقاس أطوال الموجات ويتم عمل قياسات طيفيه فوتومتريه (←الفوتومترى) أى توزيع شدة الإشعاع فى الطيف . ولتحليل الشعاع طيفيا يتم إستخدام مختلف ←الأجهزه الطيفيه . ويعتبر سبكتروسكوبى ما يصلنا من ضوء الأجسام غير

الأرضية من الواجبات المهمه جدا فى الرصد الفلكى وإن كان صعبا للغايه .

سبكترومتر

spectrometer
spectromètre *(sm)*
Spektrometer *(sm)*

← الأجهزه الطيفيه .

سبكترومترى

spectrometry
spectrométrie *(sf)*
Spektrometrie *(sf)*

هو ← سبكتروسكوبى .

سبكترو هليوجراف ، سبكترهليوسكوب .

spectroheliograph
spectrohéliographe *(sf)*
Spektroheliograph *(sm)*

آله تستعمل فى ← أرصاد الشمس .

ستراتوسفير

stratosphere
stratosphère *(sf)*
Stratosphäre *(sf)*

إحدى طبقات ← الغلاف الجوى الأرضى .

ستروفا

Struve

(١) هو الفلكى فريدريك جيورج ويلهالم ستروفا المولود بتاريخ ١٥ إبريل ١٧٩٣ فى ألطونا والمتوفى بتاريخ ٢٣ نوفبر ١٨٦٤ فى بلكوفو . وقد عاش منذ ١٨١٣ فى دورباط (حاليا تارتو) ، وعمل بين عامى ١٨٣٩ ، ١٨٦٢ كأول مدير لمرصد بلكوفو . وفى أثناء قياساته لمواقع النجوم أمكنه فى عام ١٨٣٨ ، أى فى نفس الوقت مع بيزل ولأول مره ، تعيين إختلاف منظر نجم ثابت (النسر الواقع) . وقد كان مجال عمل ستروفا الأساسى هو النجوم المزدوجه حيث صدر له عدة مصنفات .

(٢) الفلكى أتو ويلهلم ستروفا المولود بتاريخ ٧ مايو ١٨١٩ فى دورباط (حاليا تارتو) والمتوفى بتاريخ ١٦ أبريل ١٩٠٥ فى كارلزرو ؛ إبن (١) ؛ عمل فى دورباط منذ عام ١٨٤٧ ومنذ ١٨٣٩ بمرصد بكلوفو حيث كان مديرا له فى الفتره من ١٨٦٢ حتى ١٨٨٩ ، وعاش بعد ذلك أغلب الأوقات فى كارلزرو . وقد قام ستروفا بكثير من القياسات والأرصاد على النجوم المزدوجه .

(٣) هو الفلكى هيرمان ستروفا المولود بتاريخ ٣ أكتوبر ١٨٥٤ فى بلكوفو والمتوفى بتاريخ ١٢ أغسطس ١٩٢٠ فى هرن آلب (شوارتز فالد بألمانيا) ، إبن (٢) ، عاش أولا فى بلكوفو حتى عُين فى عام ١٨٩٤ مديرا لمرصد كونجزبرج (حاليا كالينتجراد) . وعام ١٩٠٤ مدير المرصد برلين ، الذى إنتقل تحت إدارته إلى بابلز برج . وقد قام ستروفا بعمل أبحاث عن الكواكب والتوابع .

(٤) الفلكى لودفج ستروفا المولود بتاريخ ١٨٥٨/١١/١ فى بلكوفو والمتوفى بتاريخ ٤ نوفبر ١٩٢٠ فى زيمفربول ؛ إبن (٢) ؛ عمل فى كل من بلكوفو ودور رباط (حاليا تارتو) ، ثم بعد ذلك مديرا لمرصد كاراكوف ، وقام بأبحاث نظريه فى الفلك الكلاسيكى .

(٥) هو الفلكى جيورج ستروفا المولود بتاريخ ٢٩ ديسمبر ١٨٨٦ فى بلكوفو والمتوفى بتاريخ ١٠ يونيو ١٩٣٣ فى برلين . وهو إبن (٣) عمل منذ عام ١٩١٩ بمرصد برلين بابلسبرج وقام بأبحاث عن الكواكب والتوابع .

(٦) الفلكى أوتو ستروفا المولود بتاريخ ١٢ أغسطس ١٨٩٧ فى كراكوف والمتوفى بتاريخ ٦ أبريل ١٩٦٣ فى بركلى (الولايات المتحده الأمريكيه) ؛ إبن (٤) ؛ عمل فى الولايات المتحده الأمريكيه مديرا للمراصد فى ويليامز باى وفورت ديفز وكذلك المرصد القومى الفلكى الراديوى فى جرين بانك ؛ وكان منذ عام ١٩٥٢ حتى عام ١٩٥٦ رئيسا للإتحاد الفلكى الدولى . إشتغل ستروفا فى مجالات مادة ما بين النجوم ودوران النجوم والنجوم المزدوجه والكسموجونى .

ستروجمرن

Stromgeren

هو الفلكى إلياس ستروجمرن المولود بتاريخ ٣١ مايو ١٨٧٠ فى هيلسنج بورج (السويد) والمتوفى بتاريخ ٥ أبريل ١٩٤٧ فى كوبنهاجن. وقد ظل ستروجمرن لسنوات طويله مديرا لمرصد كوبنهاجن. وفى خلال أبحاثه فى الفلك النظرى قام ستروجمرن بدراسات عديده عن إضطراب المدار وعن مسأله الثلاثه أجسام، وأصدر بالإشتراك مع إبنه بِنْجِت شتروجمرن ـ الفلكى الناجح منذ وقت طويل فى الولايات المتحدة والذى رأس الإتحاد الدولى الفلكى وقتها ـ كتابه الفلكى التعليمى المشهور فى أوسلو عام ١٩٣١.

سجل نجومى

star catalog
catalague des étoiles *(sm)*
Sternverzeichnis *(sn)*

← مصنف نجومى

سحابه الدرع

Scutum cloud
nuage d'écu de Sobiestky *(sm)*
Schildwolke *(sf)*

سحابة تجذب الإنتباه فى كوكبه الدرع.

سحابة الذيل

tail condensation
condensation de la queue *(sf)*
Schweifwolke *(sf)*

← مذنب.

سحابتى مجلان

Magellanic clouds
nuages de Magellan *(pm)*
Magellanische Wolke *(sf)*

إثنان من المجموعات النجوميه الخارجيه نراهما بالعين المجرده كبقع سديميه مضيئه فى كوكبات التنين والجبل (سحابه مجلات الكبرى) والطوقان (سحابة مجلان الصغرى) فى نصف الكره السماويه الجنوبى. وقد سميتا بهذا الأسم تبعا للبحاره البرتغالى مجلان (١٤٨٠ ـ ١٥٢١). يبلغ قطرى السحابتين ٨ر١١° (السحابه الكبرى)، ٢ر٤° (السحابه الصغرى) أى ٢٣، ٩ مره حجم القمر وقت التمام على التوالى.

وتبعا لشكليهما فإن سحب مجلان تُميَّز غالبا كمجموعات نجوميه غير منتظمه، إلا أن راصدين آخرين يعتقدون، على الأقل بالنسبه للسحابه الكبرى، بأن فى إمكانهم إثبات شكل حلزونى لها. ولو صَحَّ ذلك لأصبح تقسيمها تبعا للسدم البالكانيه. وقد أمكن من الأرصاد الراديويه، فى خط ٢١ سم على وجه الخصوص، إثبات دوران للسحابتين. ويغلب على تكوين **سحابة مجلان الكبرى** أجسام من الجمهره **I**. ولهذا نشاهد بجانب خطوط الإنبعاث الواسعه مناطق كثيره قاتمة من مادة ما بين النجوم ذات الإمتصاص وكذلك فوق العمالقه. بالاضافه إلى هذا فقد وُجدت بهذه السحابه نوفا وحشود كرويه تحتوى على متغيرات **RR** السلياق، أى ممثلات للجمهرة القرصيه وجمهرة الهاله، اللتان تنتميان إلى الجمهرة **II**. **أما سحابة مجلان الصغرى** فهى أقل شبها بمادة ما بين النجوم. وحتى مناطق الحافه تبدو خاليه من المادة القاتمة، إلا أن نسبة مادة ما بين النجوم إلى الماده النجميه كبير جدا، كما يتضح من الأرصاد الراديويه. وفى المجموع فإنه يوجد فى سحابه مجلان الصغرى أجساما أكثر من الجمهره **II** بالنسبه لما هو موجود فى الكبرى ومن الناحية العدديه تطغى نجوم الجمهرة.

ولسحابتى مجلان أهمية بالغة بالنسبه لدراسة الجمهرات. ونظر لأن كلا منهما على نفس المسافه تقريبا من الشمس، فإن فرق اللمعان الظاهرى المقاس يساوى الفرق فى اللمعان المطلق. وهذا الشئ مهم جدا فى جميع الدراسات التى يرجى منها تحديد الفروق فى اللمعان المطلق للمجموعات النجوميه، على سبيل المثال العلاقه بين الدوره واللمعان للمتغيرات من نوع دلتا قيفاوى وذلك بمعونه ما أُكتشف منها فى سحابتى مجلان.

توجد كل من السحابتين مباشره بجوار مجره سكة التبانه وتكونان معها مجموعة ثلاثيه تنتمى إلى المجموعه المحليه، أنظر الجدول.

	السحابة الكبرى	السحابة الصغرى
البعد عن مجرة سكة التبانة	٥٠٠٠٠ بارسك	٦٠٠٠٠ بارسك
البعد بين السحابتين	٢٢٠٠٠ بارسك	
القطر	١١٠٠٠ بارسك	٤٦٠٠ بارسك
الكتلة (بكتلة الشمس)	٦ بليون تقريبا	١ر٥ بليون تقريبا
نسبة هيدروجين ما بين النجوم	٩٪ تقريبا	٣٠٪ تقريبا .
اللمعان المطلق	- ١٨ر٥ق	- ١٦ر٨ق

سحابة الليل المضيئة

noctilucent cloud
nuage nocturne lumineux *(sm)*
leuchtende Nachtwolke *(sf)*

سحابة تظهر بضوء أبيض فى السماء لفترة طويلة بعد غروب الشمس بعد أن تكون السحب العادية قد دخلت ظل الأرض . وإشعاع السحابة ليس ذاتيا وإنما عن طريق إنعكاس ضوء الشمس على جسيمات ترابية صغيرة . وتحدث السحب المضيئة بالليل بدرجة متساوية على ارتفاع حوالى ٨٠ كم . وبسبب هذا الارتفاع الكبير فإنها تضاء بأشعة الشمس لفترة طويلة بعد الغروب . وتزداد هذه الظاهرة شدة بعد الانفجارات البركانية (على سبيل المثال كراكاتا و١٨٨٣) وبعد السقوط الكثير للشهب والنيازك وفى أثناء حدوث تيار شهبى . وكمصدر للكتل الترابية فى السحابة يأتى كلا من المصادر الأرضية ودخول مادة ما بين الكواكب فى أعالى الغلاف الجوى الأرضى . ومن الممكن أن يكون الغبار البين كوكبى عبارة عن بقايا نيازك صغيرة جدا .

السحب الداكنة

dark nebulae
nébuleuses obscure *(pf)*
Dunkelwolken *(pf)*

تجمعات كثيفة من ← غبار ما بين النجوم . تمتص بشدة ضوء النجوم فتظهر بذلك مناطق خالية من أو فقيرة النجوم .

سحابة المساء

nocturnal cloud
nuage nocturne *(sm)*
Nachtwolke *(sf)*

هى ← سحابة الليل المضيئة

سحابة نجومية

star cloud
nuage d'étoiles *(sm)*
Sternwolke *(sf)*

(١) تجمع واضح من النجوم الخافتة فى الحزام الضوئى لسكة التبانة ذا حدود غير منتظمة .

(٢) منطقة واسعة ذات كثافة نجومية كبيرة فى داخل مجموعة نجومية .

السدس

Sextans, Sex *(L)*
sextant
sextant *(sm)*
Sextant *(sm)*

(١) ← آلة قياس زاوية (٢) إحدى كوكبات منطقة الاستواء المساوى التى ترى فى ليالى الربيع .

السدم الخارجية

extragalactic nebulae
nébuleuses extragalactiques *(pf)*
extragalaktische Nebel *(pm)*

هى ← السحب الداكنة .

السدم الداكنة

dark nebulae
nébuleuses obscures *(pf)*
Dunkelnebel *(pm)*

هى ← السحب الداكنة .

السدم الغازية

gaseous nebulae
nébuleuses gazeuses *(pf)*
Gasnebel *(pm)*

سدم مَجَرِّيَّة يظهر فيها ← غاز ما بين النجوم مضيئا ويرسل طيف إنبعاث .

السدم المجريه

galactic nebulae
nébuleuses galactiques *(pf)*
galaktische Nebel *(pm)*

تجمعات مضيئه وكثيفه نسبيا لمادة ما بين النجوم فى سكة التبانه . وهى مثل كل مادة ما بين النجوم مركزه حول مستوى المجره وفى الأذرع الحلزونيه . ونميز حسب الشكل بين السدم المتشتته التى تظهر على شكل سحابات غير منتظمه أو ضباب دقيق وبين ←السدم الكوكبيه المنتظمه وفى السدم المجريه يوجد فى غالب الأحيان غاز وغبار . ويمكن أن تتم إثاره الغاز لدرجة الإضاءه بواسطة إشعاع النجوم الساخنه بينما يمكن أن يعكس الغبار ضوء النجم . وإثارة الغاز لدرجة الإضاءة يتطلب نجوما على الأقل من النوع الطيفى BO حتى يظهر السديم إنبعاثى أو غازى (← غاز ما بين النجوم) . وإذا ما تواجد السديم قريبا من نجوم بارده نسبيا فلا تكون هناك إثاره ويظهر السديم كسديم إنعكاس (← غبار ما بين النجوم) . وغالبا ما تكون هناك أشكالا متداخله من إنعكاس وإنبعاث يتراوح قطر السديم المجرى بين ٥ر٠ إلى ٣٠ بارسك ، بينما تتراوح الكثافة من ١٠٠ إلى بضع آلاف من ذرات الهيدروجين لكل سم^{٣} ، والكتله من ١ إلى ١٠٠ مره مثل كتله الشمس . والتجمعات الكثيفه من الغاز ، التى تمتص ضوء النجوم بدرجة كبيره تسمى السدم الداكنه (السحب الداكنه) .

السدم العاكسه

reflection nebulae
nébuleuses par réflection *(pf)*
Reflektionsnebel *(pm)*

تجمعات من ←غاز ما بين النجوم كثيفة نسبيا ، يعكس غازها ضوء النجوم المجاوره .

سديم

nebula
nébuleuse *(sf)*
Nebel *(sm)*

منطقه فى الغالب خافته الضوء ، وغير واضحة الحدود على الكره السماويه .

(١) **السديم المجرى** : تجمعات كثيفه من ←المادة غير النجمية تنتمى إلى مجرة سكة التبانه . ومعظم السدم المجريه لها أشكال غير منتظمه تماما ، لذلك تسمى بالسدم المتناثره أو المشتته على عكس ← **السدم الكوكبيه** المنتظمه البناء نسبيا . وفى السدم الغازيه أو الإنبعاثيه التى تنتمى أيضا إلى السدم الكوكبيه فإن الغاز الغير نجمى يُثار بواسطة ضوء النجوم الساخنه ، أما فى السدم العاكسه فإن الضوء ينعكس على الغبار ، والمناطق شديده الإمتصاص ، أى السحب الداكنه ، تسمى أحيانا بالسدم الداكنه .

(٢) **السدم الخارجيه** : وهى ←مجموعات نجوميه قائمة بذاتها خارج مجره سكة التبانه . وتبدو السدم الخارجيه مشتته الضوء ، لأنه لا يمكن تفريقها ضوئيا إلى نجوم بذاتها . وحسب الشكل الخارجى فإننا نميز بين السدم الإهليجيه والحلزونيه وغير المنتظمه .

سديم أبو جلمبو (السرطان)

crab nebula
nebuleuse du Crabe *(sf)*
Crabnebel *(sm)*

(اللوحه ١٠) سديم كوكبى فى برج الثور يعرف باسم M1 فى مصنفات وخرائط النجوم ، وهو عباره عن بقايا نوفا إنفجرت فى عام ١٠٥٤ . يبعد سديم أبو جلمبو عنا بحوالى ١٠٠٠ بارسك ويقدر قطره بحوالى ١ر٨ بارسك ولمعانه الظاهرى البصرى ٦ر^{ق}٨ . وتشاهد فى الصور المأخوذه لسديم أبو جلمبو مجموعة من الألسنه ذات الطيف الإنبعاثى فوق خلفيه خافته . وضوء السديم مستقطب جدا ولدرجة تصل فى بعض الأماكن إلى ١٠٠٪ . ويستدل من إتجاه الإستقطاب على وجود مجال مغناطيسى فى داخل السديم ، تتجه خطوطه أساسا على طول الألسنه . كما أن الألسنه تتمدد بسرعة تقدر بحوالى ١١٠٠ كم/ث . ومعظم كتلة السديم ، التى تقدر بحوالى ١ر٠ قدر كتله الشمس مركزة داخل هذه الألسنه . تدل الأرصاد



سديم أمريكا الشماليه .

الحديثه فى النطاق الراديوى على أن الكثافة فى وسط السديم وحول النجم المركزى أقل منها فى غلاف السديم . والضوء ذو الطيف المستمر هو فى الغالب إشعاع سينكروترونى ينشأ من حركة جسيمات مشحونة فى مجال مغناطيسى بسرعات تقارن مع سرعة الضوء . ويُفترض أن يكون النجم المركزى هو مصدر هذه الجسيمات . وبعد أن تجوب هذه الجسيمات السديم تصبح جزءا من الأشعه الكونيه . وقد أمكن رصد قصاصات وعقد لامعه وقصيرة العمر تتحرك فى السديم بسرعات تقدر بحوالى $\frac{١}{١٠}$ سرعة الضوء . ومن المحتمل أن تكون هذه هى الجسيمات المشحونة الخارجة من النجم المركزى . إن سديم أبو جلمبو ينبوع قوى للإشعاع الراديوى : ويرمز له كمصدر راديوى **بالثور A** . والنجم المركزى عباره عن ← بلسار ذو دوره طولها ٠٣٣٠٩ر٠ ثانيه . وهو الوحيد من نوعه فى النطاق البصرى ونطاق طيف رونتجن الذى له ذبذبة فى شدة الضوء بهذه الدوره . والتدليل على كون النجم المركزى عباره عن بلسار له أهمية كبيره من ناحية معلوماتنا عن كسموجونية البلسار . لهذا السبب فإن سديم أبو جلمبو ونجمه المركزى يعدان حاليا من أكثر الأجسام الفلكيه المدروسه . وعلى الرغم من أن سديم أبو جلمبو يعد

أحد السدم الكوكبية إلى أنه ليس المثال النمطى لتلك المجموعه .
حصل سديم ابو جلمبو على إسمه من شكله .
وهو يسمى أيضا سديم السرطان .

السديم الإهليجى

elliptical nebula
nébuleuse elliptique *(sf)*
elliptischer Nebel *(sm)*

إحدى الأشكال الممكنه لمجموعه نجوميه

سديم إمريكا الشماليه

north america nebula
nébuleuse d'Amérique du Nord *(sf)*
Nordamerikanebel *(sm)*

سديم مجرى يوجد بمنطقه كوكبة الدجاجة وله حدود شبيهه بأمريكا الشماليه .

سديم إنبعاثى

emission nebula
nébuleuse par émission *(sf)*
Emissionsnebel *(sm)*

سديم مجرى يتميز بأن غاز ما بين النجوم فيه يظهر مضيئا ويرسل بطيف إنبعاث

سديم الجبار

Orion nebula
nébuleuse d'Orion *(sf)*
Orionnebel *(sn)*

سديم مجرى لامع ، أى تجمع كثيف من مادة ما بين النجوم المضيئه ، ويرى بالعين المجرده كإضاءه خفيفه مشتته حول وسط نجوم السيف فى برج الجبار . والجزء الأكبر من إضاءه السديم عبارة عن إضاءة غاز ما بين النجوم ، بينما الجزء الأصغر ضوء إنعكاس على



سديم الجبار الكبير

غبار ما بين النجوم . ويدل على ذلك ما يظهر فى الطيف بجانب خطوط الانبعاث التى تُميز الغازات السديمية من طيف مستمر خافت ، مثل ما ينشأ من الانعكاس على الجسيمات الترابيه . ويصعب تعيين بُعد سديم الجبار . ومن الممكن أن يكون على مسافة ٥٠٠ بارسك . ويقدر قطر السديم بحوالى من ٢ إلى ٥ بارسك ، كما تقدر كتلته الكليه بحوالى ٧٠٠ مره قدر كتلة الشمس وتبلغ الكثافة فى ألمع أجزاءه حوالى ١٠٠٠٠ ذره/سم٣ ، ودرجة الحراره حوالى ١٠٠٠٠ درجه . ينتمى سديم الجبار إلى تجمع كبير يشمل مادة ما بين النجوم المضيئه منها والداكنه وكذلك النجوم الساخنه ، المنتشره فى أجزاء كبيره من برج الجبار.

سديم حلزونى

spiral nebula
nébuleuse spirale *(sf)*
Spiralnebel *(am)*

مجموعة نجوميه تنتظم حول نواتها إثنتان أو ثلاثة أذرع حلزونية .

السديم الحلَقى

ring nebula
nébuleuse annulaire *(sf)*
Ringnebel *(sm)*

هو سديم كوكبى بين النجمين β و γ فى كوكبة السلياق . ويظهر السديم كحلقه لامعه بيضاوية بعض الشى قطرها الخارجى ١َ × ١ر٤َ . وقد أمكن فوتوغرافيا التحقق من تمدد هذا السديم .

سديم الدمبلز

dumbbel nebula
dumbble nebula
Dumbelnebel *(sm)*

سديم كوكبى **M27** فى كوكبة الثعلب .

سديم السرطان

crab nebula
nébuleuse du Crabe *(sf)*
Krebsnebel *(sm)*

← سديم أبو جلمبو .

سديم كوكبى

Planetary nebula
nébuleuse planétaire *(sf)*
planetarischer Nebel *(sm)*

(أنظر اللوحتان ١٠ ، ١١) . سديم غازى مضئ ، منتظم الشكل فى الغالب ، على خلاف السديم الغازى المتشتت . وقد سمى السديم الكوكبى بهذا الاسم لأنه يظهر فى المنظار مثل قرص كوكبى . ومن السدم الكوكبيه المعروفه ← السديم الحلق فى كوكبه السلياق وسديم السرطان فى برج الثور . توجد غالبيه السدم الكوكبيه فى العروض المجريه الصغيره ، وفى الإتجاه إلى مركز مجموعة سكة التبانه . يبلغ قطر السدم الكوكبيه الكبرى ١٥َ بينما تبدو الأجسام الصغيره مثل النقط تقريبا . وتقدر الأقطار الحقيقيه فى المتوسط بحوالى من ٢٠ إلى ٤٠ وحده فلكيه ، إلا أنه توجد بعض السدم الكبيره نسبيا . ونظرا لأن المسافات غير مؤكده فإن معلوماتنا عن الأقطار الحقيقة غير دقيقيه . يتكون السديم الكوكبى من طبقات غازيه متمدده ، كتلتها فى الغالب أقل من كتلة الشمس . وتقدر سرعة التمدد من ظاهره دوبلر بحوالى من ١٠ إلى ٥٠ كم/ث . وقد قيست أيضا قيما أكبر من ذلك بكثير . فمثلا وجدت سرعة التمدد حوالى ١٠٠٠ كم/ث فى حالة سديم السرطان ، الذى يحتمل أن لا يكون سديما كوكبيا . تتراوح كثافة الغاز فى طبقات السديم بين ١٠٠٠٠ إلى ١٠٠ جسيم لكل سم٣ . ويتساوى التركيب الكيماوى تقريبا مع . ← شيوع العناصر الكونى المتوسط .واللمعان المطلق للسديم الكوكبى يقدر فى المتوسط بالقدر ــ ١ . يظهر فى طيف السدم الكوكبيه كما فى السدم المتناثره خطوط إنبعاث شديده . والخطوط السديميه ، أى «الخطوط الممنوعه »، من الأكسجين المتأين مره واحده(O^+) والأكسجين المتأين مرتينO^{++} والنيتروجين المتأين مرة واحده(N^+)هى أشدها ، ثم يأتى بعد ذلك خطوط الهيدروجين (H) والهليوم (He) .وتُثار الغازات حتى درجة الإضاءه بفعل النجم المركزى (← غاز ما بين

النجوم) . وللصور المونوكروماتيه ، أى المأخوذه فى طيف خطوط طيفيه بذاتها ، أقطار متفاوته . من ذلك يتضح أن العمليات التى تسبب إثاره الأيونات المختلفه حتى درجة الإضاءه تتم على مسافات غير متساويه من النجم المركزى . وتبعا لنظريه إضاءه السدم يمكن من شدة خطوط إنبعاث الهيدروجين حساب الكمات المؤنيه المنبعثه من النجم ؛ فمقابل كل واحد من هذه الكمات ينطلق من غاز الهيدروجين فى السديم خلال الإتحاد اللاحق ما يسمى بكم بالمر . إما إذا عرفنا الإشعاع فوق البنفسجى للنجم فإنه يمكن حساب درجه حرارته . بهذا وجدت درجات حراره مركزيه قدرها ٠٠٠ ١٠٠ درجة أو زيادة . فى مثل هذه الدرجات العاليه من الحراره فإن قمة الطاقة المنبعثه تقع فى النطاق فوق البنفسجى ، أى فى الموجات القصيره ، والنطاق الغير بصرى من الطيف . أى أن السديم يحوِّل ضوء النجم قصير الموجه هنا إلى ضوء مرئى . ومن هنا فإن النجم المركزى يُرى أخفت فى النطاق الفوتوغرافى ببضع أقدار عن السديم . وفى شكل هرتز سبرنج ـ رسل توجد النجوم المركزيه بالتقريب على تتابع يمتد من نجوم ـ O على التتابع الرئيسى إلى اللامعات من الأقزام البيضاء . ومن الممكن أن تنشأ السدم الكوكبيه بدرجة شائعه جدا نسبيا أثناء تطور النجوم ، وبالذات عندما ينفذ مخزون الهيدروجين من المنطقه المركزيه للنجم . فى هذه الحاله تنكمش المناطق الداخليه بينما الخارجيه لاتزال تتمدد ؛ أى ينتقل النجم إلى مرحلة العمالقه . وإذا ما كانت الطاقه المتمرره أثناء الإنكماش قليله ، بسبب صغر الكتله ، فإن درجة الحراره تبقى تحت الحد الضرورى لإشعال تفاعل الهليوم (←إنتاج طاقة النجوم) . ثم يؤدى الإنكماش الدائم إلى حالة عاليه من الكثافه تميز الأقزام البيضاء . أما الطبقات المتمدده فتظهر كسديم حول النجم . إن هذا يمكن أن يعلل السرعات المنخفضه نسبيا ، التى تقل قليلا عما يقاس أثناء إنفجار نوفا أو سوبر نوفا . (من المؤكد أن سديم السرطان قد نشأ من السوبر نوفا عام ١٠٥٤ ، لذلك فإنه كما ذكرنا ليس سديما كوكبيا حقيقيا .) .

أكتشف حتى الآن أكثر من ١٠٠٠ سديم كوكبى . وتنتمى هذه فى الغالب إلى جمهرة القرص . ويتصح من وجود سدم كوكبيه فى الحشد الكروى M إنتماء بعض هذه السدم إلى الجمهره الثانيه . وقد وجدت أيضا سدما كوكبيه فى المجموعات النجوميه الخارجيه .

السديم المشتت أو المتناثر

difuse nebula
nébuleuse diffuse *(sf)*
diffuser Nebel *(sm)*

← سديم مجرى غير منتظم الشكل .

سديم مجالى

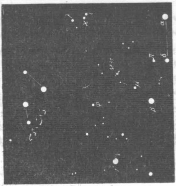
field nebula
nébuleuse de champ *(sf)*
Feldnebel *(sm)*

← مجموعة نجوميه لا تنتمى إلى أى حشد نجومى خارجى .

سديم المرأه المسلسله

Andromeda nebula
nébuleuse d'Andromède *(sf)*
Andromeda Nebel *(sm)*

هو سديم موجود فى كوكبه المرأه المسلسله يشاهد بالعين المجرده كبقعه سديميه صغيره مضيئه . والسديم هو أبعد جسم سماوى يمكن رؤيته بالعين المجرده . ويبدو السديم على الصور الفوتوغرافيه كشكل نموذجى لسديم حلزونى من النوع **Sb** حسب تقسيم «هبل» (← المجموعة النجوميه) . وللسديم جزء مركزى لامع يتهادى حوله عدة أذرع . وقد تمكن هبل من إكتشاف أجسام مفرده فى المناطق الخارجيه للسديم بينما تمكن «بادى» فى عام ١٩٤٤ من تمييز نجوم مفرده لأول مره فيه . ومن الأجسام التى تميزت فى السديم ، نجوم دلتا قيفاوى المتغيره والنجوم النابضه وعمالقه لامعه وفوق عمالقه وكذلك حوالى ٢٠٠ حشد كروى وعدد من الحشود المفتوحه والتجمعات



(١) كوكبة المرأة المسلسله وبها سديم المرأة المسلسله (M 31). والنجوم اللامعه هى :

	α = الفبراتز	β = الميراق	γ = العناق
اللمعان (بالقدر)	٢٫١٢	٢٫٣	٢٫١٥
النوع الطيق	B8p	M_0	K3
نوع قوة الاشعاع	III	III	III
المسافة (بارسك)	٤٠	٢٤	٨٠

النجوميه وأيضا مناطق من مادة ما بين النجوم المعتمه والمضيئه . وتتكون الأذرع الحلزونيه من أجسام الجمهره الأولى المتطرفه أكثر من غيرها وكذلك مناطق الهيدروجين المتأين (HII) وما يتبعها من نجوم متقدمة فى نوعها الطيفى وكذلك العمالقه اللامعه والتجمعات النجوميه منتظمة كاللآلئ فى عقود بجانب بعضها . والأذرع الحلزونيه عائمة فى مادة ما بين النجوم الداكنه التى تنتظم فى طبقة سمكها ١٠٠ بارسك حول المستوى الأساسى للمجموعه . وفى المناطق الخارجيه فقط لا يمكن تمييز آية سحابات ترابيه . وتكثر ممثلات الهاله . والحشود النجوميه الكرويه والمتغيرات من نجوم W العذراء فى إتجاه النواه . وهى ليست مرتبطه بالأذرع الحلزونيه . كما توجد أيضا على مسافات بعيده من المستوى الرئيسى . وللنجوم المتجدده (النوفا) التى تنتمى إلى جمهرة القرص وضع وسط بالنسبه لتركيزها فى إتجاه المستوى الرئيسى . ومن تلك الجمهرة أمكن حتى الآن تمييز عمالقة حمر إلى جانب نجوم النوفا بواسطة المنظار الكبير ٥ متر .

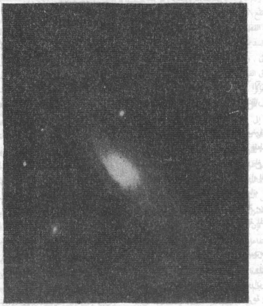
تحتوى منطقة السديم المركزيه نواة صغيره تشبه النجم قطرها الزاوى حوالى ٢٫٥َ تظهر فقط على الصور الدقيقه جدا المعرضه لوقت قصير . ويبلغ القطر الحقيقى حوالى ٨ بارسك . وتشبه هذه النواه إلى حد كبير حشد كروى غير محدود النجوم لمعانه المطلق ـ ١١٫٠ق . تقدر الكتله الكليه للنواه بأكثر من $١٠^{٧}$ مثل كتلة الشمس . ولذلك تبلغ الكثافة المتوسطه ١٥٠٠ شمس فى البارسك المكعب .

يتضح من قياسات ظاهرة دوبلر أن السديم يدور وتبلغ السرعة عند حافة النواه ٨٧كم / ث . وفى إتجاه الخارج توجد منطقة أخرى ذات سرعة دوران أبطأ . وعلى مسافة ٠٫٦ كيلو بارسك نصل إلى سرعة عظمى جديده ، حوالى ١٠٠ كم / ث ، ثم تأتى بعد ذلك

منطقه تدور بسرعه أبطأ حول مركز السديم . وقد وجد أن أكبر سرعة دوران هى على بعد حوالى ١٣ كيلو بارسك من مركز السديم . وهذه السرعه تبلغ حوالى ٣٠٠ كم / ث . وبالإبتعاد إلى ناحية الحافه تأخذ سرعة الدوران فى الإبطاء (الشكل ؛ ـــ مجموعه نجوميه) . وحتى الآن لم يتم أى تحليل نظرى لقاعدة الدوران هذه . وعلى مسافة ١٠ كيلو بارسك من المركز أى على بعد يماثل بعد الشمس عن مركز مجرتنا يبلغ زمن الدوران ٢٥٠ سنه ، أى تماما قيمة زمن دوران الشمس حول مركز مجرتنا .

على حسب أرصاد الدوران يمكن تقدير كتلة السديم بحوالى ٣١٠ مليون مره مثل الشمس وهذه القيمه غير مؤكده لكنها تتفق إلى حد كبير مع ما تم تقديره من كتلة لمجرتنا . ويستنتج من الأرصاد الراديوية أن ١٪ فقط من مادة السديم فى صورة غير نجوميه . وربما كان ذلك راجعا إلى أن معظم الماده غير النجميه التى كانت موجوده أصلا قد تم إستهلاكها فى بناء النجوم الحديثه . لهذا فإن عدد النجوم التى تبنى فى أيامنا هذه يجب أن يكون قليلا عما كان قبل ذلك .

السرعه الخطيه للسديم هى حوالى ــ ٣٠٠



(٢) سديم المرأة المسلسله (M 31) وإلى أعلى الجين التابع NGC 205 .

كم / ث ، أى أنه يقترب من سكة التبانه بهذه السرعه .

بمقارنه النتائج المختلفة للسديم بمثيلاتها لسكة التبانه مثل الكتلة ونصف القطر والقوة الإشعاعية وزمن الدوران ... إلخ ، فإننا نرى أنه من الممكن أن تكون المجموعتان متشابهتين . كذلك يمكن أن يتشابه نوع سكة التبانه مع نوع سديم المرأه المسلسله ، لدرجة أن مشاهدا خارج مجرتنا يشاهد نفس الصورة لسكة التبانه كما نشاهد نحن سديم المرأه المسلسلة .

لسديم المرأه المسلسله تابعين هما NGC 205, M32 . والأول منهما عباره عن سديم إهليجى عادى بينما الآخر على خلاف ذلك ، سديم إهليجى شاذ . وكل من سديم المرأه المسلسله وتابعيه ينتمى إلى المجموعه المحليه .

أبعاد المرأه المسلسله

البعد عن الطريق اللبنى ٦٩٠ كيلو بارسك
القطر (فى مستوى التماثل) ٥٠ كيلو بارسك أو ٢٤٠ً
قطر المنطقه المركزيه حوالى ٥ كيلو بارسك.
قطر الشكل النجمى الداخلى (النواه) حوالى ٨ بارسك
الكتله (بكتلة الشمس) ٣ × ١٠^١١
اللمعان الظاهرى الكلى ٤٫٣٣ق
اللمعان المطلق الكلى ـ ٢١٫١ق

سديم مزدوج

double galaxy
galaxie double *(sf)*
Doppelnebel *(sm)*

مجموعتين نجوميتين المسافة بينهما بسيطة .

السرطان

cancer, crab
cancer *(sm)*, Ecrevisse *(sf)*
Krebs *(sm)*

برج فى الدائره البروجيه يقع فى نصف الكره السماويه الشمالى ويشاهد فى ليالى الشتاء ، وتمر الشمس فى مدارها الظاهرى بهذا البرج فى نهاية يوليو وبداية أغسطس . يوجد فى برج السرطان الحشد النجمى المفتوح باراسيبا (المعلف) الذى يرى بالعين المجرده . وعلى بعد ٨ْ من ذلك يوجد الحشد M67 .

السرعه

velocity
vitesse *(sf)*
Geschwindigkeit *(sf)*

المسافة المقطوعة بواسطة حركة جسم منتظم فى وحدة الزمن . بناظر ذلك فى حالة الحركة الدورانيه ←السرعه الزاويه .

سرعة الإفلات

escape velocity
vitesse de libération *(sf)*
Entweichgeschwindigkeit *(sf)*

هى السرعة التى يجب أن يكون عليها جسم كى يفلت من قبضة جاذبية جسم آخر . وتعتمد سرعة الإفلات على كل من كتلة وبعد الجسم الثانى . وعلى

الجرم السماوى	سرعة الإفلات على السطح (كم / ث)	الجرم السماوى	سرعة الإفلات على السطح (كم / ث)
الشمس	٦١٧٫٧	المشترى	٥٧٫٥
عطارد	٤٫٣	زحل	٣٣٫١
الزهرة	١٠٫٣	يورانوس	٢١٫٦
الأرض	١١٫٢	نبتون	٢٣٫٤
القمر	٢٫٤	بلوتو	٧
المريخ	٥٫٠		

وجه التحديد فإن سرعة الإفلات v_p تعطى بالمعادله: $v_p=\sqrt{\frac{2Gm}{r}}$ ، حيث G هى ثابتة الجاذبيه . كتلة الجسم الكبير . البعد بين الجسم الصغير ومركز الآخر . وتلعب سرعة الإفلات دورا على سبيل المثال فى هروب الذرات والجزيئات من أجواء الكواكب وكذلك فى إطلاق الأقمار الصناعيه . وفى هذه الحالة يطلق على سرعة الإفلات المرحلة الثانيه للسرعة الكونيه أو السرعه المكافئه .

السرعة الخطيه

radial velocity
vitesse radiale *(sf)*
Radialgeschwindigkeit *(sf)*

هى السرعه فى الخط الواصل بين المشاهد والجرم السماوى . أى المركبه القطريه لسرعة جرم سماوى بالنسبه للمشاهد . وتتكون السرعه الخطيه من جزء ناتج من حركة النجم الحقيقيه فى الفضاء وجزء آخر تسببه حركة المشاهد ، على سبيل المثال خلال دوران الأرض أى حركتها حول الشمس وكذلك حركة الشمس بكل ما يتبعها من كواكب فى الفضاء وللحصول على القيمه الحقيقيه للسرعه الخطيه لابد من تخليص السرعه المقاسه من حركة المشاهد .

وتستخدم ظاهرة دوبلر ، أى إزاحة الخطوط الطيفيه لجسم متحرك بالنسبه لوضع ثابت فى المعمل . فى تعين السرعه الخطيه . ونحصل على قيمة السرعه الخطيه v تبعا للعلاقه $v=c\frac{\Delta\lambda}{\lambda}$ ، حيث c تدل على سرعة الضوء ، $\Delta\lambda$ الإختلاف فى طول الموجه ، λ طول الموجه مقاسا فى المعمل . وتحتسب السرعه الخطيه موجبه إذا كان النجم مبتعدا عن المشاهد وسالبه إذا إقترب منا . وتعطى السرعة الخطيه والحركة الذاتية معا (بالمقياس الطولى على سبيل المثال كم / ث) السرعة الحقيقيه للنجم فى الفضاء .

فى حين يكفى لتعيين ← الحركة الذاتيه ، أى المركبه الأخرى لحركة جرم سماوى فى الفضاء ، على الأقل رصدتين متباعدتين فى الزمن ، فإن تعيين السرعة الخطيه يتطلب فقط رصده واحده . لذلك فإن تعيين السرعه الخطيه أقل فى أخطؤه عن الحركات الذاتيه . إلا أن هناك صعوبة الحصول على الطيف اللازم لتعيين السرعات الخطيه إلا من النجوم اللامعه نسبيا . وعلى ذلك فليس من العجيب أن يقف ١٥٠٠٠ سرعة خطيه معروفه فى مقابل ٣٠٠ ٠٠٠ حركة ذاتيه معروفه . وتعتمد دقة إستنتاج السرعات الخطيه على جودة الطيف ودرجة تحديد إنمائه لعناصره (← المطياف) . ويمكن الهبوط بدرجة الدقة هذه إلى ± ٠٫٠٧ كم / ث ، إلا أن الخطأ يصل عموما إلى بضع كيلو مترات فى الثانيه .

يدل شيوع توزيع السرعات الخطيه بالنسبه للشمس على أن سرعات ٦٠٪ من النجوم التى قيست تبلغ ± ٢٠ كم / ث وفقط ٤٪ لها سرعات خطيه أكبر من ٦٠ كم / ث . والنجوم التى تزيد سرعاتها الخطيه عن ٦٥ كم / ث تسمى بالعاديات . وأكبر سرعة خطيه قيست حتى الآن هى للنجم BD-29° 2277 Vx (+ ٥٤٣ كم / ث) وللنجم × ٧ الجاثى (ــ ٤٠٥ كم / ث) .

السرعه الزاويه

angular velocity
vitesse angulaire *(sf)*
Winkelgeschwindigkeit *(sf)*

هى الزاويه المقطوعه فى وحدة الزمن أثناء الحركه الدورانيه (الدوران) . ووحدة قياس السرعه الزاويه هى الراديانت / ثانيه ، اراد / ث = ٥٧٫٣° .

سرعة الضوء

velocity of light
vitesse de la lumière *(sf)*
Lichtgeschwindigkeit *(sf)*

تقدر سرعة الضوء فى الفراغ بنحو ٢٫٩٩٧٩ × ١٠^١٠ سم / ث . أى ٣٠٠ ٠٠٠ كم / ث . وعلى ذلك فالضوء يحتاج أكثر قليلا من ثانيه واحده كى يصل من القمر إلى الأرض بينما يتطلب وصوله من الشمس إلى الأرض حوالى

٥٠٠ ثانيه ، أى أكثر بقليل عن ٨ دقائق . إن أبعاد النجوم الثوابت كبيرا جدا ، بحيث أن الضوء يحتاج على أقل تقدير بضع سنين حتى يصل إلى الأرض ، على الرغم من سرعته الهائله . ويبلغ ذلك فى حالة المجموعات النجوميه بضع ملايين السنين .

تبعا لنظريه النسبيه فإن سرعة الضوء هى أكبر سرعة لنقل الطاقه وبالتالى نقل الإشارات . والكتل المتحركه يمكنها فقط الإقتراب من سرعة الضوء ، وإلا فإن كتلتها تزيد عن كل الحدود تبعا لنظرية النسبيه . وفى أثناء مرور الضوء خلال الماده فإن سرعة الضوء تكون أصغر عموما عما هى عليه فى الفراغ . وسرعة الضوء - تبعا لنظرية النسبيه - ثابته فى الفضاء دائما ، يستوى فى ذلك ما إذا كان المشاهد يقترب من أو يبتعد عن مصدر الضوء . وكل ما يتغير فى هذه الحاله هى ذبذبة الضوء .

تمكن الفلكى الدانمركى « رومر » عام ١٦٧٦ من تعيين سرعة الضوء لأول مره بواسطة طريقة فلكيه هامه : إن خسوف القمر الأول من أقمار المشترى ، أى دخوله فى مخروط ظل الكوكب يحدث تباعا كل ١,٧٧ يوما ، وهى فتره دوران هذا القمر . إلا أن الفترات الزمنيه المرصوده من الأرض تكون أطول بقليل عندما تبتعد الأرض فى مدارها عن المشترى بينما تلك الفترات تكون أقصر بقليل عند إقتراب الأرض من المشترى . وتتطلب الزياده فى المسافه أن تقطع الإشاره التاليه طريقا أطول إلى المشاهد عن ذى قبل . ويمكن أن يتراكم هذا التأخير فى خلال نصف عام ليصبح ١٠٠٠ ثانيه ، وهو ما يتطلبه الضوء ليقطع قطر مدار الأرض ، وهى المسافه التى زادت على البعد بين المشترى والأرض فى نصف عام . فإذا كان قطر مدار الأرض معروفا ، أمكننا حساب سرعة الضوء . كذلك تمكن الفلكى الإنجليزى « برادلى » فى عام ١٧٢٨ من إستنتاج سرعة الضوء بمعونة زيغ ضوء النجوم . وتجرى القياسات الحديثه لسرعة الضوء ، التى تمثل قيمة أساسيه فى الفيزياء ، بدقة كبيره فى المعامل .

السرعة فى الفضاء

space velocity
vitesse spatial *(sf)*
Raumgeschwindigkeit *(sf)*

هى السرعة التى يتحرك بها جسم فى الفضاء ؛ ويمكن إستخراجها من أرصاد ←السرعه الخطيه و ←الحركة الذاتية .

السرعة فى قطع مكافئ

parabolic velocity
vitesse parabolique *(sf)*
parabolische Geschwindigkeit *(sf)*

هى المرحلة الثانية من ←السرعة الكونيه .

السرعة الكونية

cosmic velocity
vitesse cosmique *(sf)*
Kosmische Geschwindigkeit *(sf)*

← مرحلة السرعة الكونيه .

السرعه فى مدار دائرى

circular velocity
vitesse circulaire *(sf)*
Kreisbahngeschwindigkeit *(sf)*

← السرعه الكونيه الأولى .

سرة الفرس

Sirrah *(A)*

← رأس المسلسلة

السفينه

Argo, Argo Navis *(L)*
ship Argo
Navier Argo
Schiff *(sn)*, Schiff Argo *(sn)*

إحدى كوكبات نصف الكره الجنوبى ، التى لم تعد تُرسم على خرائط النجوم . وغالبا ما كانت تنتمى إليها كل من كوكبات : الشراع ، والكوثل ، والجؤجؤ .

سكة التبانه

milky way
voie lacteé *(sf)*
Milchstrasse *(sf)*

(١) حزام خافت الضوء غير منتظم ومحدد يحيط بالسماء فى دائره عظمى تقريبا . تحدث هذه الظاهره الضوئيه بفعل عديد النجوم والسحب النجوميه وكذلك تجمعات مادة ما بين النجوم . ويحول لمعان هذه الأجسام الخافت دون رؤيتها منفصلةً ، لكن ضوئها متجمع تدركه العين . يمتد الطريق اللبنى أو سكة التبانه من عند كوكبه العُقاب فى النصف شمالى من السماء (نقطة التقاطع مع خط الاستواء السماوى) مارا بكوكبه الدجاجه وقيفاوس ثم ذات لكرسى فقرساوس حتى ذو الأعنه وبعد ذلك يمتد فى كُوكبة وحيد القرن وخلال كوكبه الكوثل ثم كوكبه الشراع فسطرة النقاش ثم العقرب حتى كوكبة القوس والرامى . ومن الملفت للنظر عدم الإنتظام فى تركيب سكة التبانه ، الشئ الذى يتضح على الصور المأخوذه بزمن تعريض طويل . وتوجد أيضا تجمعات كبيره من النجوم مثل سحابة الدرع (فى كوكبة الدرع) مباشرة بجانب مناطق خاليه من النجوم . وفى الغالب فإن المناطق الخاليه من النجوم تبدوا كذلك نظرا لإمتصاص مادة ما بين النجوم لضوء النجوم الموجوده وذلك بدرجة كبيرة يصعب معها رؤية هذه النجوم كذلك وانقسام سكة التبانه إلى طريقين منفصلين خلال كوكبات الدجاجه والعقاب والحويه والقوس ، إنما يرجع إلى الإخفاء الحادث بفعل مادة ما بين النجوم (قارن بالخريطة المرفقه للنجوم مع الكتاب) .

إن جميع أجسام سكة التبانه تتبع مجموعة سكة التبانه أو مجموعة الطريق اللبنى . وهذه المجموعه عباره عن شكل عدسى يصل عدد النجوم فيه إلى حوالى ١٠٠ بليون نجم . وتتواجد الشمس وكل مجموعتها الكوكبيه فى داخل مجموعة سكة التبانه وبالقرب من مستوى التماثل مباشرة . يتضح من النظرة خلال مستوى التماثل أننا نرى نجوما أكثر مما نراه فى المستوى العمودى على ذلك . ولما كانت كل هذه النجوم تُرى من الأرض مسقطه على الكره السماويه فإن النجوم تحتشد بالقرب من خط تقاطع مستوى تماثل الطريق اللبنى مع القبه السماويه مؤديه بذلك إلى ظاهره سكة التبانه .

(٢) رمز مختصر لمجموعة أو مجرة الطريق اللبنى ، ←مجرة سكة التبانه .

سلاسل الجبال

mountain chain
chaîne de montagne *(sf)*
Kettengebirge *(sn)*

هى أشكال سطحية فوق ←القمر .

سلاسل الظهر القمريه

ridges
crêtes *(pf)*
Rüken *(pm)*

من تضاريس سطح ←القمر .

سلسلة تيتوس ـ بودا

law of plantary distances
loi des distances des planètes *(sf)*
Bode - Titus - Reihe *(sf)*

هى علاقة تبين المسافه المتوسطه للكواكب من الشمس . وضع سلسلة تيتوس ـ بودا فى عام ١٧٦٦ كل من الرياضى الفيزيائى تيتوس (١٧٢٩ ـ ١٧٩٦) وبودا (١٧٤٧ ـ ١٨٢٦) مدير مرصد برلين . وتبعا لهذه السلسله فإن المسافه α (بالوحده الفلكيه) من الشمس تعطيها العلاقة : $a = 0,4 + 0,3 \times 2^n$ وبالنسبه لعطارد $n = -\infty$ ، وللزهره $n =$ صفر ، والأرض $n = 1$ والمريخ $n = c$ وهكذا . وقد غطى إكتشاف الكويكبات الفجوه عند $n = ٣$ وإنطباق القيم المحسوبه ردئ جدا مع الحقيقه فى حالة كل من نبتون وبلوتو (الجدول) . وتعطى القوانين الحديثة للمسافات إنطباقا أحسن مع الحقيقه كما أنها تشمل أيضا على كتل الكواكب . ويمثل تعليل سلسلة

تيتوس ـ بودا إحدى واجبات كسموجونى المجموعة الشمسيه .

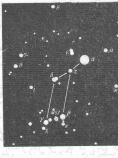
سلسلة تيتوس ـ بودا

الكوكب	n	a المحسوبة	a المقاسة
عطارد	r	٠ر٤	٠ر٣٩
الزهرة	صفر	٠ر٧	٠ر٧٢
الأرض	١	١ر٠	١ر٠٠
المريخ	٢	١ر٦	١ر٥٢
الكويكبات	٣	٢ر٨	٢ر٩
المشترى	٤	٥ر٢	٥ر٢٠
زحل	٥	١٠ر٠	٩ر٥٤
يورانوس	٦	١٩ر٦	١٩ر١٨
نبتون	٧	٣٨ر٨	٣٠ر٠٦
بلوتو	٨	٧٧ر٢	٣٩ر٧

السلياق

Lyra, Lyr *(L)*
Lyre
lyre *(sf)*
Leir *(sm)*

إحدى كوكبات نصف السماء الشمالى وترى فى ليالى الصيف. ويمكن الإستدلال على السلياق بسهولة ، لأن نجمة الرئيسى α ـ السلياق أو ← النسر الواقع ، يُعد ألمع نجم فى نصف الكره الشمالى ، وينتمى النسر الواقع إلى مثلث الصيف يوجد فى هذه الكوكبه عديد من المزدوجات والمتغيرات النجوميه ، مثل RR السلياق وبيتا السلياق ، وهما نموذجان لنوعين من المتغيرات . كما أن النجم β هو نجم مزدوج مثله مثل النجم ζ ، ويمكن رصد كلاهما بنظارة ميدان ، ومرافقيهما الخافتين يوجدان على بعد حوالى ٤٥ً من النجم الرئيسى . ويمكن للراصدين ذوى النظر الحاد أن يميزوا النجم ε كنجم مزدوج بالعين المجرده ؛ فمكوناه يوجدان على بعد ٢٠٧ً من بعضهما ، وكل منهما يكون فى حد ذاته مجموعة مزدوج نجومى متقارب . وبين النجم β والنجم γ السلياق يوجد سديم كوكبى معروف هو ← السديم الحلقى (M57) .



كوكبة السلياق .

النجم هو النسر الواقع الذى يعد بلمعانه البالغ ٠ر٣ قدرا ألمع نجوم نصف الكره السماويه الشمالى ، ونوعه الطيف AO ونوع قوته الإشعاعيه V ويبعد عنا مسافة ٨ بارسك .

السلياقيات

lyrids
lyrids *(pf)*
Lyriden *(pf)*

← تيار شهب .

السليوستات

Coelostat *(sm)*

جهاز ← لأرصاد الشمس .

السماء

sky
ciél *(sm)*
Himmel *(sm)*

هو الإنطباع البصرى الذى يراه مشاهد على شكل قبه يبدو بعدها أصغر ما يكون فى إتجاه سمت الرأس وأبعد ما يكون فى إتجاه الأفق . ولهذا فإن القبه السماويه لا تظهر كنصف كره وإنما فى الغالب كنصف مجسم لقطع ناقص ، نصف قطره الأصغر فى إتجاه سمت الرأس . وخلاف القبه السماويه فإن الكره السماويه عباره عن شكل خيالى مساعد بالنسبه للفلك .

ولمعان السماء أثناء النهار ينتج من تشتت أشعة الشمس فى جو للأرض . وينشأ لون السماء الأزرق أثناء النهار من إعتماد التشتت بواسطة الجزئيات على طول الموجه ؛ فالضوء قصير الموجه يتشتت بصورة أشد من الضوء طويل الموجه . وبذلك فإن الأشعة المتشتته تحتوى موجات قصيره أكثر من أشعة الشمس الأصليه . ولهذا السبب تظهر السماء زرقاء . وتشتت أشعة الشمس فى الطبقات الكثيفة من جو الأرض يعتمد على طول الموجه بدرجة أقل . ولهذا السبب فإن ضوء السماء يبدو أقل زرقه مع زيادة الضباب والتراب فى الغلاف الجوى . ولمعان السماء العام فى الليل له أسباب كثيره (⟵ ضوء السماء أثناء الليل) .

السماك الأعزل

Spica *(L)*

⟵ السنبله .

السماك الرامح

Arctur *(L)*

أو حارس السماء هو ألمع نجم ∝ فى كوكبة الحواء (البقار أو راعى الشتاء) والنجم بلمعانه الظاهرى من القدر ـ ٠٫٠٥ ينتمى إلى ألمع النجوم فى السماء . والسماك الرامح من النوع الطيفى KI ونوع قوة الاشعاع III ، أى من العمالقه الحمر . وبالمقارنه بالشمس نجد أن السماك الرامح يبلغ ٢٠٠ مره قدر قوة إشعاعها وقطره أكبر ٢٣ مرة من قطرها ودرجة حرارته الفعاله ٤١٠٠° ك ، أى أقل من الشمس . ولذلك يبدو أصفر محمر . والسماك الرامح يبعد عنا بحوالى ١١ بارسك أو ٣٦ سنه ضوئيه .

السماك الطائر

Volans, Vol *(L)*
flying fish
poisson volant *(sm)*
flieginder Fisch *(sm)*

إحدى الكوكبات الصغيره فى نصف الكره الجنوبى . وهو لا يرى من خطوط عرض أغلب البلاد العربيه .

السماك المذهب

Dorado, Dor *(L)*
swerdfish
dorade *(sf)*
Schwertfisch *(sm)*

كوكبه فى نصف الكره السماويه الجنوبى لا ترى من خطوط عرضنا . وفى السماك الطائر يوجد كل من القطب الجنوبى للبروج وسحابة مجلان الكبرى .

السمت

zenith
zénith *(sm)*
Zenit *(sm)*, **Scheitelpnkt** *(sm)*

(١) سمت الرأس هو نقطة تقاطع العمود القائم على مستوى الأفق عند مكان الرصد مع الكره السماويه ، أى النقطه فى السماء التى توجد تماما فوق رأس المشاهد . وتسمى النقطه المقابله ⟵ بالنظير .

(٢) الزاويه بين الاتجاه إلى الجنوب وإتجاه الجرم السماوى مقاسه بالدرجات إلى الغرب فالشمال فالشرق .

السمتى الإرتفاعى

altazimuth

⟵ آلات القياس الزاويه .

السمك

fish
poisson *(sm)*
Fisch *(sm)*

(١) السمك الطائر : ⟵ كوكبة السماك الطائر ، (٢) السمك الجنوبى ، كوكبة السماك الجنوبى أو ⟵ الحوت الجنوبى ، (٣) الحوت ، كوكبة ⟵ الحوت .

السمكتان

Pisces, Psc. *(L)*
fishes
poissons *(pm)*
Fische *(pm)*

⟵ الحوت .

السمك المذهب

swerdfish
dorade *(sf)*
Schwertfisch *(sm)*

كوكبة ← السماك المذهب .

السمكة الجنوبية

Pisces Austrinus, PsA *(L)*
southern fisch
poisson Australe *(sm)*
südlicher Fisch *(sm)*

إحدى كوكبات نصف الكره الجنوبى التى ترى فى ليالى الخريف وألمع نجم فيها هو α الحوت الجنوبى ← فم الحوت .

السنبله أو السماك الأعزل

Spica *(L)*

هو ألمع نجم (ألفا) فى كوكبة العذراء ، ويبلغ لمعانه البصرى الظاهرى القدر ٠٫٩٧ وينتمى إلى النوع الطيفى B1 ونوع قوة الإشعاع V ، كما أن قوته الإشعاعيه أكبرعدة آلاف المرات من القوة الإشعاعيه للشمس ، وقطره بضع مرات مثل قطر الشمس ؛ ودرجة حرارته الفعاله حوالى ٢٠ ٠٠٠ درجه . وتبعد السنبله عنا بحوالى ٦٥ بارسك أو ٢١٠ سنه ضوئيه .

السند هند

Sidhanta *(A)*

جداول الكواكب التى وضعها الخوارزمى .

السنيلات

spicules, jets
spicules *(pm)*
Spikulen *(pf)*

هى ألسنه على شكل لهب فى كروموسفير ← الشمس .

السنه

year
année *(sf)*, **an** *(sm)*
Jahr *(sn)*

(١) هى الفترة التى تستغرقها دوران الأرض حول الشمس . وحسب إختيار النقطة التى ينسب إليها القياس فإننا نحصل على أطوال مختلفه للسنه .

فالسنه الاستوائيه منسوبة إلى نقطة الإعتدال الربيعى ؛ وهى عباره عن الفترة الزمنيه بين عبورين متتالين للشمس فى مدارها الظاهرى على الكره السماويه بنقطة الإعتدال الربيعى المتوسطه ، وطولها ٣٦٥ يوما و ٥ ساعات و ٤٨ دقيقه ، ٤٦ ثانيه (بالزمن الشمسى المتوسط) . وقد أختيرت بداية السنه الإستوائيه فى لحظة وجود الشمس المتوسطه على مطلع مستقيم قدره ٤٠ق ١٨س = ٢٨٠° . ويقع هذا قريبا من بداية السنه المدنيه ، ولا يعتمد على مكان الرصد . ولما كانت نقطة الربيع تتزحزح على البروج نتيجة ← للسبق فى عكس إتجاه حركة الشمس السنويه الظاهريه ، فإن السنه الإستوائيه أقصر من **السنه النجميه** ، أى الفتره الزمنيه بين عبورين متتالين للشمس بمكان ما على الكره السماويه أثناء حركتها الظاهريه وذلك بالنسبه لنجم ثابت ؛ ويبلغ طول السنه النجميه ٣٦٥ يوما ، ٦ ساعات ، ٩ دقائق ، ٩ ثانيه (بالزمن الشمسى المتوسط) .

والسنه الحِصِّيه منسوبه للحضيض الشمسى ، أى أنها عباره عن الفترة الزمنيه بين عبورين متتالين للأرض خلال نقطة الحضيض الشمسى ، أقرب نقطه للأرض فى مدارها حول الشمس . وتسمى هذه الفترة أيضا **بالسنه الإقترانيه** وطولها ٣٦٥ يوما و ٦ ساعات و ١٣ دقيقه و ٥٣ ثانيه (بالزمن الشمسى المتوسط) . وحيث أن الحضيض الشمسى يتحرك فى إتجاه الحركة السنوية الظاهريه بتأثير الإضطرابات التى تحدثها الكواكب الأخرى على حركة الأرض حول الشمس ، فإن السنه الإقترانيه أطول من السنه النجميه .

(٢) فى التقاويم هى فترة زمنيه تقترب من فتره دوران الأرض حول الشمس . وحتى عام ١٥٨٢ أستعملت **السنه اليوليانيه** وطولها ٣٦٥٫٢٥ يوما كسنه

متوسطه للحساب الزمنى المدنى ؛ ومنذ عام ١٥٨٢ تستعمل السنه الجريجوريانيه وطولها ٣٦٥٫٢٤٢٥ يوما . ولمزيد من التفصيل عن السنه الشمسيه والسنه القمريه والسنه الشمس قريه إنظر ← التقاويم .

(٣) هى رمز لفتره زمنيه فلكيه طويله نسبيا ؛ على سبيل المثال السنه البلاتونيه وطولها حوالى ٢٦٠٠ سنه إستوائية (← السبق) .

السنه البلاتونية

Platonic year
année Platonique *(sf)*
Platonisches Jahr *(sn)*

هى الفترة الزمنية التى تستغرقها دورة نقطة الربيع فى البروج وتساوى ٢٥٧٠٠ سنه ، ← السبق .

السنه الضوئية

light year
année lumière *(sf)*
Lichtjahr *(sn)*

هى وحده فلكية لقياس المسافات فى حالة النجوم وسنه ضوئية واحده هى عباره عن المسافه التى يقطعها الضوء فى الفضاء خلال سنه مداريه . ولما كان الضوء يقطع فى الثانيه الواحده مسافه قدرها ٢٩٩٧٩١ كم فإن السنه الضوئيه تساوى هذا العدد مضروبا فى ٣١٫٥٥٧ × ١٠^٦ ، وهى عدد الثوانى فى السنه المداريه : اسنه ضوئيه = ٩٫٤٦٠٥ × ١٠^١٢ كم . ويستخدم الفلكيون البارسك بديلا عن السنه الضوئيه ؛ ١ سنه ضوئيه = ٠٫٣٠٦٨ بارسك .

السنه الشمسيه

solar year
année solaire *(sf)*
Sonnenjahr *(sn)*

هى فترة زمنيه تقويميه روعيت فيها فقط حركة الشمس فى السماء ، ← التقويم .

السنة الشمس قمريه

luni - solar year
année luni - solaire *(sf)*
Luni - solar Jahr *(sn)*

هى فترة زمنيه تقويميه يراعى فيها كل من تغيير أطوار القمر والدوران الظاهرى للشمس فى السماء . والطول المتوسط للسنه الشمس قمريه مساو للسنه المداريه أما التقسيم الشهرى فيتبع دورة القمر (التقاويم) .

السنه القمرية

lunar year
année lunaire *(sf)*
Mondjahr *(sn)*

هى فترة زمنيه تقويميه يراعى فى تحديدها فقط أطوار القمر ؛ ← التقاويم وعن السنه القمريه المقيدة ، ← السنه الشمس قمريه .

السنه الكبيسه

leap year
année bissextile *(sf)*
Schaltjahr *(sn)*

هى سنه تحتوى على يوم زيادة عن السنه العاديه ، **يوم كبيس** ، **شهر كبيس** ، ← التقاويم .

السنه النجميه

sidereal year
année sidériale *(sf)*
siderisches Jahr *(sn)*

فتره زمنيه تقويميه يراعى فيها فقط حركة النجوم فى السماء ← التقويم .

السها (السهى)

Suha *(A)*
Alcor *(L)*
alcor
alcor *(sf)*
Augenprüfer *(sm)*

هو نجم الكُور فى مجموعة ← الدب الأكبر .

السهم

Sagitta, Sge *(L)*
arrow
fléche *(sf)*
Pfeil *(sm)*

هو كوكبة صغيره فى نصف الكره الشمالى موجوده فى سكة التبانه وتشاهد فى ليالى الصيف . وهناك أيضا ← نجم السهم .

سُهيل

Canopus *(L)*

هو ألمع النجوم α فى كوكبة القرنيه وهو فى نفس الوقت بعد الشعرى اليمانيه ألمع نجم فى السماء حيث يبلغ لمعانه الظاهرى البصرى ـ ٠٫٧٧ق . والنوع الطيفى لسهيل FO، ونوع قوته الاشعاعيه Ib ، أى فوق عملاق . ويبعد سهيل عنا بحوالى ١٧٠ بارسك أى ٥٥٠ سنه ضوئيه .

السواد ومنحنى السواد

blackening
noircissement *(sm)*
Schwärzung *(sf)*

ـــــــه الفوتوغرافيا .

السوبر نوفا

Supernova
supernova *(sf)*
Supernova *(sf)*

نجم متغير تحدث له زياده فى اللمعان تصل فى بعض الأحيان إلى ٢٠ قدرا ، الأمر الذى يؤدى إلى زيادة فى شدة الإشعاع تبلغ ١٠٠ مليون مره ! وعلى ذلك فإن السوبر نوفا لها تغيير فى اللمعان يزيد بحوالى ١٠ أقدار عن التغيير فى لمعان ـــــه النوفا العاديه .

والسوبر نوفا بلمعانها المطلق وقت الإنفجار بين ـ ١٤ ، ـ ٢١ قدرا تصل إلى لمعان يقارن بلمعان مجموعة نجوميه كامله (اللوحه ١٦) . ويساوى ما يتم إشعاعه من طاقة فى مثل هذا الإنفجار ما ينبعث من الشمس فى فتره من ١٠ إلى ١٠٠ مليون سنه .

أمكن حتى الآن رصد ٣ سوبر نوفا فقط بطريقه مباشره فى داخل مجموعة سكة التبانه ، وجميعها إنفجرت قبل إختراع المنظار ، وبالتالى فإنها لم تُدرس . وأحد هذه هى ما تم مشاهدتها فى برج الثور من قِبَل الفلكيين الصينيين واليابانيين عام ١٠٥٤ م ويعتبر سديم أبو جلمبو من بقاياها . ثم النجم التيكونى ، وهو عباره عن سوبر نوفا شاهدها «تيكو براهى» عام ١٥٧٢ فى كوكبة ذات الكرسى والثالثة هى السوبر نوفا التى شاهدها «كبلر» عام ١٦٠٤ فى كوكبة الحُويه . أما باقى السوبر نوفا الأخريات التى تم إكتشافها حتى عام ١٩٦٩ وعددها ٢٥٤ فإنها تتبع مجموعات نجوميه خارجيه ، ومن هنا فإن لمعانها الظاهرى خافت لدرجة أنها تشاهد فقط فى وقت أقصى لمعان لها ولفترة زمنيه قصيره . وحسب كل من المنحنى الضوئى والطيف فإننا نميز بين نوعين من السوبر نوفا . فبينما فى النوع I الطيف المستمر خافتا فى المنطقة فوق البنفسجية ، نجده فى النوع II شديدا . والنوع I ألمع من النوع الثانى عند أقصى لمعان لها ؛ بالإضافة إلى ذلك فإننا نجد السوبر نوفا من النوع الأول غالبا فى السدم الحلزونيه فى حين يوجد النوع الثانى غالبا فى داخل الأذرع الحلزونيه . وعلى ذلك فإن النوع الأول من السوبر نوفا ينتمى إلى الجمهرة الثانيه بينما النوع الثانى ينتمى إلى الجمهره الأولى .

ويمكن أن يكون النوع الثانى أكثر عددا من النوع الأول : والمعلومات التى حصلنا عليها حتى الآن ضئيلة جدا لدرجة يصعب معها إجراء أى تقسيم .

وحسب المظهر فإن طيف سوبر نوفا النوع الثانى مطابق لطيف النوفا العاديه ، إلا أنه نتجت قيما لسرعات التمدد عاليه تم إستنتاجها على أساس إزاحة دوبلر ، وهذه القيم تتراوح بين ٥٠٠٠ إلى ٦٠٠٠كم / ث .

وطيف النوع الأول معقد لدرجة أنه لم يمكن تعليله فيزيائيا حتى الآن .

يتشابه شكل المنحنى الضوئى للسوبر نوفا مع النوفا السريعه ، إلا أن اللمعان الأقصى أعرض كثيرا والتأرجحات فى الفرع الهابط أكثر ندره عنها فى حالة النوفا التقليدية . وفى النوع الأول ينخفض اللمعان فى منحنى أملس جدا يبدأ حادا ثم يبطئ بعد ذلك فى هبوطه وفى سوبر نوفا النوع الثانى يجرى نقص اللمعان بعد النهاية القصوى مباشرة أقل حده عما فى النوع الأول ، ثم تتوالى بعد ذلك مراحل بطيئه وأخرى سريعه ، وإن كانت توجد أيضا إختلافات كبيره بين

المنحنيات الضوئيه للسوبر نوفا المختلفة من النوع الثانى .

يقل شيوع السوبر نوفا كثيرا عن النوفا . وفى المتوسط يمكن أن يقابل كل ١٠٠٠٠ نوفا عاديه سوبر نوفا واحده فقط ، وإن كانت بعض المجموعات النجوميه تحيد كثيرا عن هذه القيمه المتوسطه . فمثلا فى كل إثنين من المجموعات الحلزونيه تم فى الخمسين عاما الماضيه إكتشاف أربعة سوبر نوفا . وبالنسبه لمجموعة سكة التبانه يفترض أنه كل ٢٠٠ سنه ينشأ سوبر نوفا من النوع الأول وكل ٤٠ سنه من النوع II . ويرجع مشاهده عدد قليل فقط من السوبر نوفا حتى الآن إلى أن جزء كبير من سوبر نوفا النوع الثانى تحتجب عن المشاهده بسبب صغر لمعانها المطلق من جهة ومن جهة أخرى لقربها من وتركيزها ناحية مستوى المجره .

ولما كان كل ما يشاهد فى وقتنا من سوبر نوفا ينشأ فى مجموعات نجوميه خارجيه ، فإن الحاله التى تسبق الإنفجار اللمعانى لاتزال غير معروفه وعلى العكس من ذلك يمكن دراسة الحالات النهائية للثلاثة سوبر نوفا التى شوهدت مباشرة فى سكة التبانه . وهذا هو الحال بالنسبه لسديم أبو جلمبو ، بقية سوبر نوفا عام ١٠٥٤ . وبالقرب من الأماكن التى يوجد بها الإثنين الأخريين تم إكتشاف غشاوه سديميه رقيقه وضعيفه ، هى فى نفس الوقت منابع راديويه شديده ذات أشكال دائريه مميزه ويتم الربط بين نشأة هذه الغشاوه وإنفجار السوبر نوفا . وقد أدى البحث عن سدم مماثله إلى إكتشاف أجسام أخرى تنطبق بعضها مع سوبر نوفا تاريخيه وبعضها الآخر يعتبر بقايا سوبر نوفا لم تكتشف ومن الممكن أن يكون أشد منبع راديوى فى نصف الكره الشمالى ، ذات الكرسى A ، كذلك بقايا إحدى السوبر نوفا .

وحتى الآن لا توجد نظرية أكيده حول ما يجرى فى أثناء إنفجار السوبر نوفا من أحداث . ويتم فى الغالب الربط بين نشأة السوبر نوفا من النوع II وبين التفاعلات النوويه فى داخل النجوم . تحدث هذه التفاعلات النوويه أولا فى مرحلة تطور متأخره لنجم ، وذلك عندما ينفذ كل الهيدروجين فى الجزء الداخلى من النجم (ـــه إنتاج طاقة النجوم) ، ويعد أن ينشأ من الهليوم عناصر ثقيلة حتى الحديد (ـــه نشأة العناصر) . فى هذا الوقت تبلغ درجة الحراره بالقرب من مركز النجم بضع بلايين الدرجات . فإذا ما حدثت بعد ذلك أية زيادة فى درجة الحراره فإنه من الممكن حدوث كثير من التفاعلات التى يتحطم فيها الحديد على وجه الخصوص . وفى هذه العمليات يتم إستهلاك طاقة (على العكس من عمليات البناء ، التى تتحرر أثناءها الطاقة) . والطاقه المطلوبة كبيرة جدا لدرجة أن الطاقة المخزونه فى الماده الساخنه بالقرب من مركز النجم لا تكفى لتغطية المطلوب . ويتم إكتساب الجزء الباقى من الطاقه عن طريق إنكماش المنطقه الداخليه من النجم التى تحدث فيها العمليات النوويه . ونظرا لكبر حجم الطاقه المطلوبه فإن هذه المناطق تنكمش بطريقه فُجائيه فى غضون بضع ساعات . يكون من نتيجة إنكماش المناطق الداخليه أن تنكمش أيضا المناطق الخارجيه للنجم بطريقه فجائيه (إذ أنها ليست محموله بعد على المناطق الداخليه) . وتتحول طاقه الجاذبيه المكتسبه إلى طاقه حراريه ، الشئ الذى يسبب إرتفاع شديد فى درجة حرارة الأجزاء الخارجيه . فبينما يكون كل الوقود قد أستهلك فى إنتاج الطاقه بداخل النجم فإنه يوجد فى الأجزاء الخارجيه الكثير . وبفعل الإرتفاع فى درجة الحراره يمكن أن تبدأ فى هذه الأجزاء الخارجيه تفاعلات نوويه تحرر كميات كبيره من الطاقه . ويؤدى ما ينتج على هذا النحو من زيادة مفاجئه فى درجة الحراره إلى زيادة مفاجئه أيضا فى الضغط ، وتمدد كنتيجه له المناطق الخارجيه على شكل إنفجار بتسبب فى إنفجار السوبر نوفا . فى أثناء هذا التمدد يقذف النجم بجزء كبير من كتلته إلى مادة ما بين النجوم . وبذلك تصل أيضا

عناصر ثقيلة تم بناؤها فى داخل النجم إلى مادة ما بين النجوم . فتعمل على زيادة محتواها من هذه العناصر . وهذه العملية تلعب دورا كبيرا فى تعليل ← شيوع العناصر فى مادة ما بين النجوم . وتعتبر إنفجارات السوبر نوفا من أسباب نشأة جزء كبير من ← الأشعة الكونية . وهى أيضا ذات أهمية بالنسبة لميزانية الطاقة فى ← مادة ما بين النجوم .

السيدروستات

siderostat
sidérostat *(sm)*
Siderostat *(sm)*

آلة تستعمل فى ← أرصاد الشمس .

سيرا أو سرة الفرس

Sirrah *(A)*

هو النجم ← ألفيراتس (← المرأة المسلسلة)

سيرس

Ceres *(L)*

← كويكب .

سيار صغير

astroid
astéroide *(sm)*
Astroid *(sm)*

← كويكب .

سيلاينو

Celaeno *(L)*

أحد نجوم ← الثريا .

سيليقوس

Seleucus *(A)*

بابليونى عاش حول عام ١٥٠ ق . م فى سيليقيا ودرس المد والجزر فى بحر الإريثاتين وأوضح أنه بسبب القمر . وقال مثل أرستارخ ، الإغريقى ، بدوران الأرض حول محورها وحول الشمس وذلك قبل رسوخ هذه النظرية بمئات السنين . وقد أطلق إسمه على إحدى مناطق الجانب الآخر من سطح القمر .

سيلينوغرافيا

selenography
sélénographie *(sf)*
Selenographie *(sf)*

هو تصوير ووصف سطح القمر ؛ ← القمر .

سيلوستات

Coelostat *(sm)*

آلة تستعمل فى ← أرصاد الشمس .

سيمايس

Semeis

← مرصد .

ش

شاندلر

Chandlre

← دورة شاندلر .

شاهق

giant
géante *(sf)*
Gigant *(sm)*, Riese *(sm)*

← عملاق .

شاين

Shain

هو جريجورى أبراموفيتش ، الفلكى السوفيتى المولود فى عام ١٨٩٢ بمدينة أوديسا والمتوفى بتاريخ ٤ أغسطس ١٩٥٦ ؛ عمل بين عامى ١٩٢١ ، ١٩٢٥ فى بلكوفو ، ومنذ عام ١٩٢٥ فى سيمايس ، ومنذ ١٩٤٥ حتى ١٩٥٢ مديرا بها . إشتغل شاين بالفوتومترى الطيفى ودوران النجوم والسرعات الخطية ثم أخيرا وعلى وجه الخصوص بالسدم المجريه . وقد تم نشر كثير من أرصاده عن هذه الأجسام فى « خرائط السدم الغازيه المتناثرة » فى عام ١٩٥٢ .

الشبكة

Reticulu, Ret *(L)*
reticulum
reticule *(sm)*
Netz *(sn)*

كوكبه صغيره فى نصف الكره السماويه الجنوبى لا ترى من خطوط عرض شمال البلاد العربية وترى فى الأجزاء الجنوبيه من العالم العربى مثل السودان وجنوب الجزيره العربيه ، وذلك فى ليالى الخريف مائلة على الأفق الجنوبى .

شبه الظل

penumbra
pénambre *(sf)*
Penumbra *(sf)*

(١) هى منطقة الحافه فى ــــ بقعه شمسيه .
(٢) المنطقة المجاورة لمسار ــــ الكسوف الشمسى الكلى على سطح الأرض .

شبه مستقر

metastable
métastable
metastabil

يسمى مستوى طاقة إليكترون شبه مستقر عندما يتواجد فيه الإليكترون لوقت طويل جدا بدون أن يبعث بإشعاع ؛ ــــ تركيب الذره .

الشتاء

winter
hivers *(sm)*
Winter *(sm)*

أحد ــــ فصول السنه .

شتارك

Stark

ــــ ظاهرة شتارك .

الشجاع

Hydra, Hya *(L)*
water snake, sea serpent
hydre female *(sf)*
nordliche Wasserschlange *(sf)*

كوكبه واسعه فى منطقة الإستواء السماوى تشاهد أجزاؤها الشماليه فى ليالى الشتاء والربيع . وتمتد الكوكبه فى حوالى ٧ ساعات من المطلع المستقيم أى أكثر من ٩٠° . وألمع نجم فى الكوكبه هو النجم α ويسمى ــــ الفارض .

الشرائط المضيئه

luminous bandes
bande de lumiere *(sf)*
Leuchtstreifen *(pm)*

هى عبارة عن لمعان على شكل شرائط تشاهد أحيانا فى سماء الليل المظلمه . وتتراوح إرتفاعات الإضاءه فى المتوسط حوالى ١٢٠ كم . وغالبا فإن الإضاءه تأتى مرتبطه مع تيار شهب . ولذلك زعم البعض أن هذه الشرائط المضيئه ناتجه من دخول جسيمات ترابيه من مادة ما بين الكواكب إلى جو الأرض . ومن بين هذه الماده توجد جسيمات صغيره جدا لدرجه أنها تعطى مظهر الشهب عند فرملتها فى جو الأرض مثل كبار الشهب . وعلى أى حال فإن الشرائط المضيئه لا ترجع إلى ضوء إنعكاس وإنما إلى زيادة فى شدة الإضاءه الذاتيه للغلاف الجوى (ــــ ضوء المساء) ، أما كيف تأتى هذه الزيادة فهذا ما لم يكتشف حتى الآن .

الشراع أو شراع السفينه

Vela, vel *(L)*
vela
voile *(sm)*
Segel des Schiffes *(sn)*

إحدى كوكبات نصف الكره الجنوبى الموجوده فى سكة التبانه وتظهر فى ليالى الشتاء .

شدة المجال

field strength
intensité du champ *(sf)*
Feldstärke *(sf)*

هى القوه الموجوده فى مجال ما والتى تؤثر على جسم تجريبى مناسب . وهذا الجسم هو وحدة الشحنه فى حالة المجال الكهربائى ووحدة القطب فى حالة المجال المغناطيسى وعباره عن كتله ١ جم فى حالة مجال الجاذبيه .

الشرق

east
est *(sm)*
Ost, *(sm)* Osten *(sm)*

أحد ← الاتجاهات السماوية .

الشروق

rising
ever *(sm)*
Aufgang *(sm)*

هو لحظة بداية ظهور الجرم السماوى على الأفق نتيجة الحركة اليوميه الظاهريه فى السماء . وبتسبب الإنكسار الذى يصل عند الأفق إلى حوالى ٣٥' ، فى ظهور النجم مشرقا إذا تواجد تحت الأفق بمقدار تلك القيمه . ولهذا لابد من التمييز بين كل من **الشروق الحقيقى والشروق الظاهرى** . وينطبق نفس الشئ على إختفاء جرم سماوى تحت الأفق . ← الغروب

أحيانا يتم التمييز بين شروقات وغروبات خاصه للنجوم . وهذه هى الشروق الكونى ، الذى يشرق فيه النجم مع الشمس . والغروب الكونى ، الذى يغرب فيه النجم مع شروق الشمس ثم الشروق الأفولى الحقيقى الذى يشرق فيه النجم وقت غروب الشمس ، والغروب الأفولى الحقيقى الذى يغرب فيه النجم مع غروب الشمس . وهذه الظواهر ليس من الممكن مشاهدتها بالعين المجرده فى حين يمكن رؤية كل من الشروق الإحتراقى ، الذى يشاهد فيه النجم لأول مره أثناء شروقه فى شفق الصباح . والغروب الإحتراقى ، الذى يشاهد فيه النجم لآخر مره وهو يغرب فى شفق المساء . وهناك أيضا الشروق الأفولى الظاهرى ، الذى يشاهد فيه النجم لآخر مره وهو يشرق فى شفق المساء ، ثم الغروب الكونى الظاهرى وهو عباره عن الغروب المشاهد لأول مره للنجم فى أثناء شفق الصباح . وعن شروق الشمس ، ← الشفق .

شعاع الذيل

jet of the tail
rayonnement de la queue *(sm)*
Schweifstrahl *(sm)*

← مذنب .

شعر برنيقه

Coma Bernices, Com *(L)*
Bernicés hair
chevelure de Bérnice *(sf)*
Haar der Bernike *(sn)*

إحدى كوكبات نصف الكره الشمالى التى تظهر فى ليالى الربيع . وفى هذه الكوكبه يقع قطب السماء الشمالى ، كما توجد بها عديد من المجموعات النجوميه الخارجيه (وقد سميت الكوكبه بهذا الإسم الذى أطلقه عليها الفلكى كونون من ساموس تكريما لبرنيقه زوجه الملك المصرى بطلميوس أو برجيتس) .

الشعرى الشاميه

. Procyon *(L)*

هو ألمع نجم α فى كوكبة الكلب الأصغر . وهذا النجم بلمعانه من القدر البصرى الظاهرى ٣٦ر٠ يعد من ألمع النجوم فى السماء . والنوع الطيفى للشعرى الشاميه F_5 ونوع قوته الإشعاعيه IV ، أى أنه تحت عملاق ، وعلى ذلك فإن قوته الاشعاعيه تبلغ حوالى خمس مرات مثل الشمس . والمسافه بيننا وبين الشعرى الشاميه صغيره نسبيا وتقدر بحوالى ٣٫٥ بارسك أو ١١ سنه ضوئيه . والشعرى الشاميه عباره عن مزدوج بصرى تابعها قزم أبيض خافت جدا . يطلق على الشعرى الشاميه أيضا إسم **الرجل المتقدمه أو الكلب المتقدم** .

الشعرى اليمانيه أو نجم الكلب

sirius
sirius
Sirius, Hundstern *(sm)*

هو النجم α فى كوكبة الكلب الأكبر . وتعد الشعرى اليمانيه بلمعانها البصرى الظاهرى من القدر ـ ٤٤ر١ (اللمعان الفوتوغرافى ـ ٥٨ر١) ألمع نجم فى السماء . ينتمى هذا النجم إلى النوع الطيفى A1 ونوع القوة الإشعاعيه V ، أى أنه أحد نجوم التتابع الرئيسى مبكرة النوع الطيفى . وبالمقارنه بالشمس نجد أن نجم الكلب له قوة إشعاعيه مثل الشمس ٢٠ مره ، ودرجة حرارته الفعاله ١٠٣٨٠ ك ، ونصف

قطره ١.٧٦ قدر نصف قطر الشمس . يبعد نجم الشعرى اليمانيه عنا بحوالى ٢٧ بارسك أو ٨ر٨ سنة ضوئيه . ولهذا يبدو النجم لامعا جدا نظرا لبعده الصغير عنا . والشعرى اليمانية عبارة عن مزدوج نجومى تابعه أخفت عنه بحوالى ١٠ أقدار (**تابع الشعرى اليمانيه** ، **أو الشعرى** B)وهذا التابع عباره عن قزم أبيض . وقد دأب المصريون القدماء على إستخدام الشروق الإختراق للشعرى اليمانيه فى تحديد الزمن (← التقاويم) .

الشعيلات الشمسية

faculae
facules *(pf)*
Fackel *(sf)*, **Sonnenfackel** *(sf)*

هى مناطق كبيره على قرص الشمس تبدو ألمع عما يجاورها ، ويرجع السبب فى ظهورها إلى تسخين شديد فى الطبقات العليا من الغلاف الجوى الشمسى ، الأمر الذى ينتج عنه إشعاع عال . تتكون مناطق الشعيلات من شبكة شرايين ضوئيه بها تحبب شبيه بالموجود فى الفوتوسفير . وعمر مناطق الشعيلات متباين جدا ومن الممكن أن تستمر إلى بضع شهور . وكظاهرة مؤقته فإن الشعيلات الشمسيه تنتمى إلى النشاط الشمسى ، إذ أن نشأتها وتطورها عبارة عن ظاهرة مصاحبة لمركز الإشعاع . من هنا فإن الشعيلات الشمسية تدخل فى علاقة وطيده مع ← الكلف الشمسى ؛ حيث تحاط البقع الشمسيه دائما بالشعيلات . وعلى العكس من ذلك لاتشاهد فى كل مناطق الشعيلات بقعا شمسيه . وهذا له صلة ولو جزئيا على الأقل بالعمر الطويل للمشاعل الشمسيه ، التى تظل ترى لوقت طويل بعد إختفاء البقع الشمسيه . وعلى حسب العلاقه الوطيده فإن الشيعلات الشمسيه تتبع دورة البقع الشمسيه وتحدث غالبا فى أحزمة الكلف الشمسى . تمتد أحزمة البشعيلات حتى ٤٥° على جانبى خط الاستواء الشمسى . وقبل حضيض البقع الشمسية يمكن مشاهدة شعيلات شمسية فى العروض الشمسية العليا . وترتبط هذه الشعيلات القطبية بإمتدادات الكورونا التى تُرى على أحسن وجه فى هذه الأوقات .

وعلى الصور الشمسية العادية ، التى تعطى صورة لفوتوسفير الشمس ، تُرى الشعيلات الشمسية فقط بالقرب من حافة قرص الشمس ؛ وفى هذه الحالة يطلق عليها **الشعيلات الفوتوسفيريه** . وعلى صور الشمس الطيفية ، التى تُعطى صورة للكروموسفير الموجود فوق الفوتوسفير نرى الشعيلات الشمسية فوق كل قرص الشمس **كشعيلات كروموسفيريه** . ويزداد هذا النوع وضوحا كلما زاد إرتفاع الطبقة التى أخذت فيها الصورة ؛ فقى الصور الشمس الطيفية فى ضوء خط الكالسيوم K – وهى صور للطبقات العالية جدا من الكروموسفير– فإن الشعيلات الشمسية تغطى البقع الشمسية تماما . وتظهر الشعيلات الشمسية أيضا واضحة جدا فوق الصور الشمسية المأخوذة فى ضوء خط الإنبعاث ليمان – ∝ (اللوحتان ٤ ، ٥) . من ذلك يمكن إستنتاج الآتى :

فى مناطق الشعيلات تعلو درجة حرارة الطبقات العليا من الغلاف الجوى الشمسى ببضع مئات الدرجات ، بينما تكون الطبقات السفلى من الفوتوسفير على النقيض من ذلك بارده نسبيا عما يجاورها . لذلك فإننا لا نرى الشعيلات الشمسية عند منتصف قرص الشمس ، الذى تتعادل فيه زياده إشعاع الطبقات العليا مع قلة الإشعاع فى الطبقات الأعمق والأبرد . ونتيجة التسخين العالى تظهر أيضا فى الطيف خطوط الإثاره العالية والذرات شديدة التأين .

الشغل

work
travail *(sm)*
Arbeit *(sf)*

هو حاصل ضرب القوة F التى تؤثر على جسم ما فى المسافه S التى يقطعها الجسم تحت تأثير هذه القوة . أى أن الشغل A يعطى بالعلاقه :

$=F\ S$ ووحدات الشغل هى الجول (ج) أو الوات ثانية (وث) أو نيوتن. متر (ن.م)؛ ١ ج = ١ و.ث = ١ ن.م = 10^{7} إرج عبارة عن الشغل المبذول عندما تتحرك نقطه تحت تأثير قوة قدرها نيوتن فى إتجاه هذه القوه فتسير مسافة متر واحد. ١ إرج = ١ دين سم = ١ جم. سم^{2}. ث^{2}، ١ كيلو وات ساعه = 3.60×10^{13} إرج.

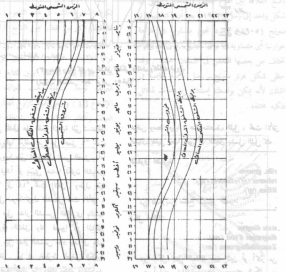
الشفق

twilight
crépuscule *(sm)*
Dämmerung *(sf)*

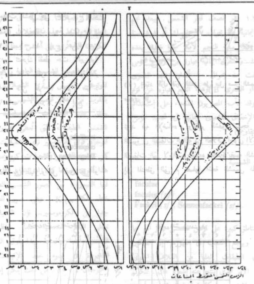
هو وقت الإنتقال بين النهار والليل الذى تقل أو تزيد فيه الإضاءه. ويظهر الشفق نتيجة لتشتت الضوء فى الطبقات العاليه من الغلاف الجوى الأرضى، الطبقات التى لا زالت مضاءه مباشرة بضوء الشمس، إلى المناطق التى لم تصلها أشعة الشمس المباشرة.



(١) إعتماد طول فترة الشفق على ميل مسار الشمس على مستوى الأفق.



(٢) بداية ونهاية كل من الشفق الفلكى والمدنى وكذلك شروق وغروب الشمس لخط عرض ٣٠ شمالا.



(٣) بداية ونهاية كل من الشفق الفلكى والمدنى وكذلك شروق وغروب الشمس لخط عرض ٥٠ شمالا.

يطلق **الشفق المدنى** على الفترة الزمنية التى تستغرقها الشمس قبل شروقها لترتفع من على عمق ٦° تحت الأفق أو بعد غروبها حتى تصل إلى نفس العمق. أما **الشفق الفلكى** فيبدأ أو ينتهى عندما تكون الشمس حوالى من ١٦° إلى ١٨° تحت الأفق. وطول فترة الشفق تعتمد على سرعة نزول الشمس تحت الأفق، أى على درجة ميل مدار الشمس الظاهرى بالنسبة للأفق. ويستغرق الشفق وقتا قصيرا فى المناطق الإستوائيه، لأن ميل مدار الشمس حاد جدا فى هذه المناطق على الأفق. أما فى خطوط العرض الكبيرة فيستغرق الشفق فتره أطول من ذلك بكثير، وتعتمد فترة الشفق كذلك على ميل الشمس. ففى أثناء الانقلاب الصيفى تتواجد الشمس فى خطوط عرض وسط أوربا، عند منتصف الليل، تحت الأفق الشمالى بقليل جدا حتى أن الشفق يشمل الليل كله.

الشقوق القمرية

rills, grooves
rainures *(pf)*, **fissures** *(pf)*
Rillen *(pf)*

من تضاريس سطح ← القمر.

شكل الحالة

state diagran
diagramne d'état *(sm)*
Zustandsdiagramm *(sm)*

هو شكل يمثل العلاقة بين إثنين أو أكثر من ← أبعاد الحالة. هو ← شكل - هرتز اسبلانج - رسل. ومن الأشكال الأخرى ← علاقة الكتلة وقوة الإشعاع.

شكل اللون واللمعان

colour - magnitude diagramn
diagramme couleur - magnitude *(sm)*
Farben - Helligkeitsdiagramm *(sm)*

هو شكل حاله مكافئ لشكل هرتز سبرنج رسل لكن أستعيض بالمعامل اللونى بدلا من النوع الطيفى واللمعان الظاهرى بدلا من اللمعان المطلق.

شكل هرتز سبرنج رسل

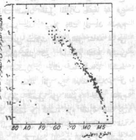
Hertzsprung - Russel diagram
diagramme de Hertzsprung - Russel *(sm)*
Hertzsprung - Russel - Diagramm *(sm)*

(**H-R**) هو شكل أردجت فيه النجوم حسب نوعها الطيفى وقوة إشعاعها ممثلا فى لمعانها الحقيق. ولما كان الشكل يربط بين النوع الطيفى واللمعان الحقيق فإنه بذلك يمثل أهم أشكال الحاله. وترجع فكرة وضع العلاقة بين النوع الطيفى واللمعان الحقيق فى شكل واحد إلى رسل (١٩١٣) بعد أن إكتشف هرتز سبرنج (١٩٠٥) وجود نجوم متساويه فى درجة حرارتها أى متساويه فى نوعها الطيفى من عمالقة وأقزام تختلف عن بعضها البعض فى اللمعان الحقيق. وقد حظى شكل هرتز سبرنج ـ رسل بأهمية خاصة فى الفلك لأنه يمكن بواسطته إستنتاج إيضاحات لمسائل فلكيه مختلفه.



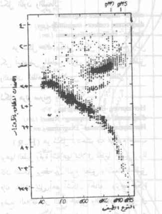
(١) رسم تخطيطى لشكل هرتز سبرنج ـ رسل.

ليست النجوم موزعه بإنتظام فى شكل هرتز سبرنج ـ رسل بل إنها تتجمع فى بعض مناطق الشكل على هيئة فروع كما أن هناك مناطق تتفاداها النجوم كليه. وغالبية النجوم تقع فى فرع ضيق نسبيا ومحدد يمتد من نجوم ـO ذات اللمعان الحقيق من القدر ـ ٦ حتى نجوم **M** ذات الأقدار من ٩ إلى ١٦. ويسمى هذا الفرع **بالتتابع الرئيسى أو فرع الأقزام** ويحتوى نجوم نوع القوه الاشعاعيه **V**. وتقع الشمس أيضا فوق التتابع الرئيسى. وهناك فرع آخر غير واضح التحديد يتكون من النجوم من **Go** حتى **M** ذات اللمعان الحقيق من القدر صفر تقريبا وهذه النجوم تقع إلى أعلى من التتابع الرئيسى. ونظرا للكبر النسبى فى لمعانها الحقيق لنفس النوع الطيفى أى لنفس درجة الحرارة السطحية مثل نجوم التتابع الرئيسى فإنه يلزم أن تكون السطوح المشعه فى هذه النجوم أكبر، أى أن لها أقطار أكبر من أقطار نجوم التتابع الرئيسى. ولهذا السبب سميت هذه النجوم بالعمالقة (العاديه)، ونوع قوتها الإشعاعية **III**، كما أطلق على مكانها فى شكل **HR بفرع العمالقة**. وبين التتابع الرئيسى وفرع العمالقه توجد منطقة تحت العمالقه (نوع قوة الإشعاع **III**)، وهى نجوم تتراوح أقطارها بين أقطار العمالقه وأقطار الأقزام. يوجد بالمنطقه الأخيره عدد



(٢) شكل هرتز سبرنج ـ رسل للنجوم التى لا تبعد عنا بأكثر من ١٠ بارسك.

صغير نسبيا من النجوم . ولا يتدخل فرع العمالقه مع التتابع الرئيسى مباشر وإنما يوجد فى المنطقة من A5 حتى Go عند إمتداد فرع العمالقة منطقة خالية بدرجة واضحة تسمى فجوة هرتز سبرنج . يمتد فوق فرع العمالقه فرع فوق العمالقة (نوع القوة الإشعاعية I) والعمالقة اللامعة (نوع القوة الإشعاعية II) وهى وأن كانت غير كثيفه إلا أنها منتظمة الكثافة . وتحت التتابع الرئيسى بحوالى من ١ إلى ٣ أقدار توجد منطقة تحت لأقزام فى الأنواع الطيفية المتوسطة . وهناك منطقة معزولة بين الأقدار من ٨ إلى ١٢ تحت التتابع الرئيسى فى الأنواع الطيفية من B إلى G تحتلها الأقزام البيضاء . وهذه عبارة عن نجوم أقطارها متناهيه فى الصغر وبجانب هذه المجموعات الرئيسية هناك مجموعات نجومية صغيرة نسبيا لها مكانها المميز فى شكل HR مثل نجوم النوفا والمتغيرات (الشكل ← المتغيرات) . وإذا رسمنا شكل HR مرة بالنسبة للنجوم التى تشغل حيزا معينا حول الشمس فى قطر حوالى ١٠ بارسك مثلا ومرة أخرى لكل النجوم معروفة اللمعان الحقيق فإننا نلاحظ فرقا واضحا بين الشكلين . فى الشكلين نرى أن التتابع الرئيسى هو أكثرها إزدحاما . وعلى النقيض من ذلك نجد نجما واحدا فقط عن فرع العمالقة ، فى حيز نصف القط ١٠ بارسك حول الشمس من حوالى ٢٥٠ نجما معروفه ؛ بينما فى الشكل الذى يجمع النجوم ذات اللمعان الحقيق المعروف جميعا نجد فرع العمالقة مزدحم جدا . يرجع ذلك إلى أن النجوم العمالقة تقع على مسافات كبيرة وتظل تشاهد لما هى عليه من لمعان مطلق كبير . أما نجوم التتابع الرئيسى فهى على العكس من ذلك تبعا للمعانها البسيط موجودة على مسافة أقل من العمالقه مثيلاتها فى اللمعان . وحتى نحصل على الشيوع الحقيق لنجوم المجموعات المختلفة فى الفضاء يلزم المقارنه فقط بين النجوم الموجوده فى مكان واحد من الكون . لهذا السبب فإن الشيوع الحقيق للنجوم القريبة من الشمس صحيح تقريبا فقط بالنسبة للنجوم الألمع من القدر



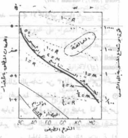
(٣) شكل هرتز سبرنج ـ رسل لعدد ٤٢٠٠ نجم من النوع الطيفى A حتى M .

التاسع أو العاشر . وليس هذا صحيحا بالنسبة للنجوم الأضعف من ذلك فى لمعانها لأن الشكل لا يشملها بصورة تامة . ومن التأملات الإحصائيه النجمية يمكن إستنتاج أنه فى المنطقة القريبة من الشمس يوجد حوالى ٢٥٠ نجما لم تكشف بعد ولها لمعان مطلق بين القدر ١١ ولاقدر ١٧ . ومن المحتمل أن تنتمى هذه النجوم للتتابع الرئيسى كما أن كثير منها يحتمل إنتماؤه إلى الأقزام البيضاء ، التى تعرف منها حتى الآن ٧ أفراد فى هذه المنطقة ويعطى الشيوع العددى لنجوم لمعان مطلق محدد بدون إعتبار لنوعها الطيفى ← دالة القوة الإشعاعية .

توجد فروق مميزة فى شكل H R لكل من الجمهرة الأولى والثانية ، كانت السبب فى إكتشاف الجمهرات . فبينما نجد أن التتابع بالنسبة للجمهرة الأولى مملؤ حتى نجوم B ونجوم O فإن نجوم الجمهرة الثانية لا تتواجد إطلاقا على التتابع الرئيسى

إبتداء من النوع الطيفى FO . بالإضافه إلى ذلك فإن فرعى العمالقه لكلا الجمهرتين متراجين بالنسبه لبعضها البعض (← الجمهرات) . وشكل H-R للمنطقة القريبة من الشمس يمثل فى الأساس هذا الشكل بالنسبة للجمهرة الأولى . ونرى الفروق المميزه على وجه الخصوص إذا قمنا بإدراج وضع النجوم فى شكل H-R واحد بالنسبة لنجوم الحشود المفتوحة كممثلات للجمهرة الأولى وكذلك للحشود الكروية التى تنتمى للجمهرة الثانية (الشكل ، ← الحشود المفتوحة) . والسبب فى هذه الفروق راجع إلى الإختلاف فى أعمار الجمهرتين (إنظر بعده) .

لا توجد إمكانية لتحديد النوع الطيفى ولا اللمعان المطلق بالنسبة للنجوم ذات اللمعان الظاهرى الخافت ، لأنه لا يمكن أخذ رصدات طيفية بتفريق كاف ، إلا أنه ، أيضا بالنسبة لتلك النجوم ، يمكن عمل شكل H-R نسبى عندما تكون هذه النجومعلى نفس المسافة من الشمس تقريبا . فبدلا من اللمعان المطلق يستعاض باللمعان الظاهرى الذى يختلف عن الأول فى هذه الحاله بمقدار ثابت نظرا لتساوى المسافة لجميع أفراد المجموعة تحت الإختبار . بدلا من النوع الطيفى يستعاض أيضا بمعامل اللون . وفى الشكل المكون بهذه الطريقة أى **شكل اللون واللمعان**



(٤) شكل هرتز سبرنج ـ رسل وعليه خطوط متساويات الكتله (ـ) ومتساويات القطر (---) ومتساويات درجة الحرارة الفعالة (...) .

يكون الوضع النسبى للفروع المختلفه مرسوما بطريقة صحيحه . ويغلب تطبيق هذه الطريقة مع الحشود النجمية التى يمكن إعتبار شرط تساوى المسافة من الشمس إلى جميع الأفراد فيها منطبقا . وحتى يكون الشكل الجديد متلائما مع شكل H-R يلزمنا إما معرفة مسافة الحشد النجمى من الشمس ، لأنه بذلك يمكن أستنتاج اللمعان المطلق أو نستمر فى إزاحة شكل H-R فى أتجاه اللمعان المطلق حتى ينطبق تتابعه الرئيسى مع التتابع الرئيسى فى شكل اللون واللمعان . ومن قيمة الإزاحه يمكننا بطريقة عكسية إستنتاج مسافة الحشد . وتوجد صعوبة ، فى هذا الشأن ، بالنسبة لتلك الحشود التى يتأثر معامل لونها كثيرا بواسطة المادة الترابية الموجودة بين النجوم . ويلاحظ هذا التأثير فى إمتصاص ضوء النجم بشدة أكثر فى الموجات القصار (الزرقاء) من الضوء عن إمتصاصها فى الموجات الطوال (الحمراء) بحيث يظهر النجم أكثر إحمرار عما هو فى الحقيقه . من خلال ذلك يحدث دوران فى فروع شكل H-R ويمكن التخلص من التأثير عن طريق القياسات الضوئية ثلاثية أو عديدة الألوان .

يمكن تفسير إختلاف كثافات النجوم فى شكل HR بمساعدة نظرية ← تطور النجوم : فبمرور الزمن تتغير الأبعاد المرصودة للنجم ، النوع الطيفى والقوة الإشعاعية ، فيسلك النجم بذلك طريقا لتطوره فى شكل HR (الشكل ← تطور النجوم) . ويسير النجم على هذا المسار بسرعات مختلفة فى فترات تطوره المختلفه . وهناك فى المنطقه التى يكون فيها طريق التطور هذا قصيرا تتكوم النجوم . وهذا هو الحال تقريبا فى نطاق التتابع الرئيسى . أما فى المناطق التى تكون فيها سرعة التطور كبيره ، أى التى يغير النجم فيها كل من النوع الطيفى ونوع القوة الإشعاعية بسرعة فإننا نشاهد قليلا من النجوم مثل ما هرتز سبرنج ـ رسل . وهناك شكل حالة هام آخر هو العلاقة بين الكتلة وقوة الاشعاع أو ← علاقة الكتلة وقوة الإشعاع .

هو الحال فى فجوة هرتز سبرنج على سبيل المثال . والمناطق المزدحمة بالنجوم هى لذلك مناطق حالة النجوم فيها ثابته نسبيا .

على جانبى خط فاصل فى مناطق الأنواع الطيفية المتأخرة ، خط هاياشى ، لانشاهد أى نجوم فى شكل هرتزسبرنج رسل . يرجع ذلك إلى أنه على جانب هذا الخط توجد النجوم البدائية التى لم تبلغ بعد التعادل الميكانيكى ولكنها تنكمش تحت تأثير جاذبيتها ، ويسير تطورها بسرعة كبيرة بحيث أن إحتمال رؤية نجم منها فى هذه الحالة ضعيف جدا . ويمر خط هاياشى رأسيا عند درجات حرارة فعالة من حوالى ٥٠٠٠ إلى حوالى ٣٠٠٠°ك ، أى ما يقابل نوعا طيفيا من KO حتى M5 وإن كان الوضع الدقيق لهذا الخط يختلف حسب كتلة النجم .

ولشكل HR الخاص بالحشود النجمية أهمية خاصة بالنسبة لنظرية تطور النجوم . فيمكن إفتراض أن نجوم الحشد قد نشأت تقريبا فى نفس الوقت ، بحيث كان تركيبها الكيماوى وقت نشأتها متماثلا وأن كتلاتها كانت مختلفة عن بعضها البعض . ويعطى وضع الحشد النقط فى شكل HR التى مرت بها النجوم ذات التركيب الكيماوى المتشابه أصلا لكن المختلفة الكتلة وذلك فى وقت معين بعد نشأتها . ولما كان طريق تطور نجم ما فى شكل HR يمكن حسابه بالنسبة للكتلة (← تطور النجوم) فإنه يمكن من الوضع الحالى لنجوم الحشد فى الشكل إستنتاج عمره .

تتحدد وضع نجم ما فى شكل HR بمعرفة لمعانه المطلق ونوعه الطيفى . وبين هذين البعدين والأبعاد الأخرى مثل الكتلة ونصف القطر ودرجة الحرارة الفعالة توجد علاقات معروفة تم تحديدها إما عن طريق المشاهدة أو الحسابات . وعلى أساس هذه العلاقات يمكن رسم خطوط فى شكل HR تمر بالنجوم المتساوية فى نصف القطر أو فى درجة الحرارة الفعلية (الشكل) . وتمر خطوط تساوى الكتلة بالشكل أفقية فى منطقة التتابع الرئيسى ، أى أن التساوى فى اللمعان المطلق يدل تقريبا على تساوى فى الكتلة بالنسبة لنجوم التتابع الرئيسى . وخطوط تساوى درجة الحرارة تمر فى منطقتى فوق العمالقة والعمالقة راسية تقريبا . ويرجع ذلك إلى أن درجة تأين العناصر وبالتالى النوع الطيفى للنجم بالإضافة إلى الضغط تعتمد على درجة الحرارة فى فوتوسفير النجم . وتساوى النوع الطيفى يدل فى حالة إنخفاض الضغط ، مثلما هو الحال فى غلاف نجوم العمالقة ، على تساوى فى درجات الحرارة الفعلية . وفى مناطق الأنواع الطيفية المتوسطة والمتأخرة ، أى مناطق الأنواع الطيفية من F حتى M تختلف خطوط تساوى درجة الحرارة عن المسار الرأسى عند التتابع الرئيسى ، لأن هذه النجوم لابد أن تكون درجات حرارتها عالية نتيجة لإرتفاع الضغط فى أغلفتها حتى تظل درجة التأين وبالتالى النوع الطيفى كما هما للنجم العملاق . أى أن نجوم العمالقة لها فى نفس النوع الطيفى درجة حرارة أقل قليلا عن نجوم التتابع الرئيسى . هذا ويجب ملاحظة أن مسار الخطوط فى الشكل المرافق نوعيا فقط .

الشمال

north
nord *(sm)*
Nord *(sm)*, **Norden** *(sm)*

هو أحد ← الاتجاهات السماوية .

الشمس

sun
soleil *(sm)*
Sonne *(sf)*

(أنظر لذلك اللوحات من ٣ إلى ٥) . هى الجسم المركزى فى المجموعة الشمسية ويرمز لها بالرمز ⊙ والشمس عبارة عن كرة مشعة ، فتبدو لنا كقرص مضئ مستدير وواضح التحديد . وعن طريق قبضة جاذبيتها (← الجاذبية) فإن الشمس تمسك بالأجسام الأخرى فى المجموعة الشمسية ، ومنها الأرض أيضا ، فى مدارتها . وبالإضافة إلى جاذبيتها

فإن الشمس تؤثر بإشعاعها على الأرض من نواحى كثيره (← الظواهر الشمسيه الأرضيه) مُمكّنة بذلك الحياة على ظهر الأرض بما تتبرع به من إشعاع.

الابعاد: يتأرجح بعد الشمس عن الأرض، وذلك لأن مدار الأرض حول الشمس ليس دائريا، بين ١٤٧ر١ مليون كم فى أقرب مسافه (بداية يناير) وبين ١٥٢ر١ مليون كم فى أبعد مسافه (فى بداية يوليو) ويقدر البعد المتوسط بين الأرض والشمس بحوالى ١٤٩ر٦ مليون كم = ١ وحدة فلكيه. وقطر الشمس الظاهرى أكبر بقليل من $\frac{١}{٢}$°؛ فهو فى الحضيض الشمسى ٣٦ً ٣٢َ وفى الأرج ٣١ً ٣١َ وعلى البعد المتوسط حوالى ٥٩ً ٣١َ. والقطر الحقيق لقرص الشمس الكروى حوالى ١ر٣٩٢ مليون كم = ١٠٩ر٢٤ مره قدر قطر الأرض المتوسطه، وهو ما يساوى ٣ر٦ مره قدر البعد المتوسط بين القمر والأرض، ومن على سطح الأرض فإننا نرى مسافة على سطح الشمس طولها ٧٢٥ كم تحت زاويه قدرها ١ً. وحسب قانون كبلر الثالث تم حساب كتلة الشمس فوجدت $١ر٩٩ \times ١٠^{٣٣}$ جم = ٣٣٣ ٠٠٠ مره قدر كتلة الأرض وتعتبر الشمس بذلك حوالى ٧٥٠ مره أكبر من كتلة جميع الأجسام الأخرى فى المجموعة الشمسيه مجتمعه. تبلغ الكثافة المتوسطه للشمس حوالى ١ر٤١ جم/سم^{٣}، أى أكبر بقليل من كثافة الماء، وهى فى نفس القوت حوالى $\frac{١}{٤}$ متوسط كثافة الأرض. وعجله التثاقل للشمس حوالى ٢٨ مره أكبز منها على سطح الأرض، أى أن عجلة التثاقل على سطح الشمس حوالى ٢٧٣٩٨ سم/ث^{٢}.

الأبعاد الهامة للشمس:

البعد عن الأرض:		
البعد المتوسط عن الأرض	١٤٩ر٦ مليون كم	
البعد الأكبر عن الأرض	١٥٢ر١ مليون كم	
البعد الأصغر عن الأرض	١٤٧ر١ مليون كم	
القطر:		
المتوسط الظاهرى	٥٩ً ٣١َ	
الحقيق	١ر٣٩٢ مليون كم	
الحجم:	$١ر٤١٢ \times ١٠^{١٨}$ كم^{٣}	
الكتلة	$١ر٩٩ \times ١٠^{٣٣}$ جم = ٣٣٣٠٠٠ كتلة الأرض.	
الكثافة المتوسطة	١ر٤١ جم/سم^{٣}.	
عجلة التثاقل على السطح	٢٧٣٩٨ سم/ث^{٢}.	
ميل مستوى الأستواء على البروج	°٧ ١٥َ	
متوسط زمن الدورة:		
النجمية	٢٥ر٣٨ يوم	
الاقترانية	٢٧ر٢٧٥ يوم	
اللمعـان:	الظاهرى	المطلق
البصرى	$٢٦ر٨٦^{ق}$	$+ ٤ر٧١^{ق}$
الفوتوغراف	٢٦ر٨٦	+ ٥ر١٦
البولومترى	٢٦ر٩٥	+ ٤ر٦٢
كفامة الاشعاع:		
الكلى، قوة الإشعاع	$٣ر٩٠ \times ١٠^{٣٣}$ إرج/ث = $٣ر٩٠ \times ١٠^{٢٣}$ كليو وات.	
لكل سم^{٢} من سطح الشمس	$٦ر٤١ \times ١٠^{١٠}$ إرج/سم^{٢}. ث = ٦ر٤١ كيلوات/سم^{٢}.	
الثابت الشمسى	$١ر٣٩٥ \times ١٠^{٦}$ إرج/سم^{٢}. ث = ١ر٣٩٥ كيلوات/م^{٢}.	
النوع الطيف	G	
نوع قوة الإشعاع	V	
درجة الحرارة الفعالة	٥٧٨٥ درجة.	

وتبعا لتركيبها وإشعاعها فإن الشمس تشابه النجوم الثوابت . وهى واحد من حوالى ١٠٠ بليون نجم فى مجره سكة التبانه ، التى تحتوى الشمس على فرع ذراع حلزونى يبعد حوالى ١٠٠٠٠ بارسك عن مركز المجموعة وحوالى ١٥ بارسك إلى الشمال من مستوى المجره .

حركات الشمس : تقوم الشمس بحركة ظاهرية ، تنشأ من دوران الأرض حول محورها (الدوران) من ناحية وفى مدارها على هيئة قطع ناقص حول الشمس من ناحية أخرى (الحركة المداريه) بالإضافه إلى ذلك فإن الشمس تقوم بحركة حقيقيه فى مجموعة سكة التبانه .

وتتكون حركة الشمس الظاهريه من : (١) مشاركة الشمس فى الحركة الظاهريه للنجوم فى السماء نتيجة لدوران الأرض ؛ فتتحرك بذلك الشمس من الشرق آلة اكعلب زبكغ أقصى إرتفاع لها فوق الأفق حوالى الساعه ١٢ بالتوقيت الحقيقى المحلى (٢) فى نفس الوقت تقوم الشمس بحركة ظاهريه سنويه ، ناتجه عن الحركة المداريه للأرض حول الشمس وتنعكس حركة الأرض الزاويه هذه فى شكل حركة دائمه للشمس بين النجوم الثوابت من الغرب إلى الشرق ، أى عكس الدوران اليومى . تتم هذه الحركة السنويه الظاهريه فى البروج ، أى فى الدائره الناتجه من تقاطع مدار الأرض مع الكره السماويه . فى كل يوم تتراجع الشمس حوالى ٥٩٫١ فى حركتها الظاهريه أى تتراجع قدر قطرها فى حوالى ١٣ ساعه وهذه الحركة غير منتظمه ، وذلك لأن الأرض تتحرك فى الشتاء ، عندما تكون قريبه من أقرب نقطه فى مدارها إلى الشمس أسرع منها فى الصيف . من هنا فإن الزمن بين عبورين متتالين للشمس يختلف طوله حسب فصول السنه . وحتى نحتفظ بطول اليوم ثابتا أدخلت **الشمس المتوسطه** ، أى شمس تخيليه تتحرك بسرعه منتظمه على خط الإستواء . ويميل البروج على الإستواء السماوى بزاويه ٢٧َ ٢٣ْ . وتتواجد الشمس فى نقطتى تقاطع البروج مع دائره الإستواء السماوى عند وقتى الإعتداليين ، أى وقتى تساوى الليل والنهار ، وبالتحديد فى ٢١ مارس ، ٢٣ سبتمبر . فى هذين الوقتين تُرى الشمس عند خط الإستواء وهى تعبر فى سمت الرأس ظهرا . وبعد الإعتدال الربيعى تتحرك الشمس على البروج ناحية الميول الشماليه فتصل إلى أكبر ميل شمالى ٢٧َ ٢٣ْ فى ٢١ يونيو ، وقت الإنقلاب الصيفى . فى ذلك الوقت يكون عبور الشمس وقت الظهيره كما تُرى من دائره الإنقلاب الشمالى للأرض ، فى السمت . ثم تقترب بعد ذلك من الإستواء السماوى . أى ينقص ميلها ويصبح بالسالب بعد أن تعبر الاعتدال الخريفى . وعند الإنقلاب الشتوى ، فى ٢١ ديسمبر ، فى الوقت الذى تُرى فيه الشمس من دائره الإنقلاب الجنوبى للأرض ، وهى تعبر خط الزوال فى السمت ، تصل الشمس أكبر ميل جنوبى لها أى ٢٧َ ٢٣ْ . ومع الميل يطول النهار ويزداد إرتفاع الشمس وقت العبور . وفى المنطقتين القطبيتين من الأرض وحتى الدائرتين اللتين تبتعدان عنهما بمقدار ٢٧َ ٢٣ْ شمالا وجنوبا تكون الشمس لفتره تطول أو تقصر كنجم خسان ، أى أنها لا تغرب تحت الأفق حتى فى منتصف الليل (النهار القطبى ؛ ←الليل القطبى) .

تغير الشمس من مكانها أثناء حركتها الحقيقيه فى سكة التبانه . ويمكن إستخراج هذه الحركة من أرصاد الحركة الذاتيه للنجوم . فالحركة الحقيقيه تتكون من جزئين هما بالتحديد ؛ حركة بالنسبه للنجوم الثوابت القريبه وحركة دوران بالنسبه لمركز مجرة سكة التبانه .

(١) تتحرك الشمس بالنسبه للنجوم الثوابت القريبه بسرعه ١٩٫٤ كم/ث (الحركة الشاذه) ، وبذلك فإنها تقطع فى العام ضعف قطر مدار الأرض . وإتجاه أو هدف هذه الحركة ، **مستقر الشمس** ، موجود فى كوكبة الجاثى ، وإحداثياته : المطلع المستقيم = ٢٧١ْ = ١٨س ٤د ، الميل = + ٣٠ْ . إلا أن هذه القيم

تعتمد على مجموعة النجوم المستخدمة . (٢) تشارك الشمس مع النجوم القريبه فى الدوران العام حول مركز المجره . وفى ذلك تبلغ سرعتها ٢٥٠ كم/ث ؛ وتصنع دوره كامله حول المركز فى ٢٥٠ مليون سنه . وبسبب كبر قوة جاذبية الشمس فإن المجموعة الشمسيه تتماسك مع بعضها وتشارك فى هذه الحركة .

الدوران : تدور الكره الشمسيه حول نفسها أيضا ، أى أنها تدور حول محور يصل بين قطبيها . وعموديا على محور الدوران يوجد مستوى الإستواء الشمسى ، الذى يميل على مستوى الإستواء الأرضى بحوالى ١٥ َ ٧ ْ . ويحدث دوران الشمس حول نفسها فى نفس إتجاه دوران الارض وفى نفس إتجاه حركتها فى مدارها حول الشمس . ويمكن تعيين زمن الدوره بأن نتتبع مناطق مميزه ، مثل الكلف الشمسى ، فوق قرص الشمس . تسمى الفترة الزمنية التى يعود فيها الكلف الشمسى إلى نفس مكانه مرة أخرى بفترة الدوران الاقترانى . وإذا ما أخذنا فى الإعتبار حركة الأرض فى مدارها حول الشمس ، أثناء فترة دوران الشمس حول محورها فإننا نحصل على فترة الدوران النجميه ، التى يعود بعدها الكلف الشمسى إلى نفس مكانه فوق قرص الشمس من وجهة نظر مشاهد ثابت بالنسبه للنجوم . ولا تدور الشمس كجسم متماسك وإنما دورانها تفاوتيا ، فزمن دورانها أقصر ما يمكن عند خط الاستواء ، حيث يقدر زمن دوران الشمس الاقترانى بحوالى ٢٦٫٩ يوما بينما الزمن النجمى للدوران ٢٥٫٠٣ يوما ، وتزداد فترة الدوران بزيادة العرض الشمسى . فعند ١٦ ْ تبلغ فترة الدوران الاقترانيه ٢٧٫٢٧٥ يوما ؛ والنجميه ٢٥٫٣٨ يوما . علاوة على ذلك فإن السرعة الزاويه للطبقات العليا من الشمس أكبر منها للطبقات الأعمق ؛ من هنا فإننا نحصل على قيم متفاوته لزمن الدوران ، وذلك إذا تتبعنا حركة ظواهر مختلفة العمق . بقى أن نذكر أن سرعة الدوران يمكن تعيينها أيضا من إزاحة الخطوط الطيفيه ، الناشئه من ظاهرة دوبلر عند حافة الشمس . وحتى الآن لا توجد نظريه متكامله لشرح الدوران التفاوتى للشمس . إلا أنه توجد إفتراضات مختلفة ، تحقق ، على سبيل المثال ، الأرصاد بدرجة جيده . وفى هذه الإفتراضات يراعى تأثير التيارات فى داخل الشمس وعلى سطحها وكذلك المجالات المغناطيسية .

تمثل أرصاد دوران الشمس أساس تحديد نظام الإحداثيات على الكره الشمسيه . وكلا من الاحداثيين العرض والطول الشمسيين يجرى تحديدهما بطريقه مشابهه للعرض والطول الأرضيين . فالعرض الشمسى يُحتسب من عند مستوى الإستواء الشمسى حتى كل من القطبين من صفر إلى ٩٠ ، ويحتسب موجبا فى نصف الكره الشمسيه الشمالى وسالبا فى النصف الجنوبى منها . أما الطول الشمسى فهو أصعب من ذلك فى تحديده بسبب الدوران التفاوتى للشمس وأيضا بسبب عدم وجود أشكال مميزه ثابته فى مكانها فوق الشمس يمكن منها إحصاء دوائر الطول . لذلك فإننا نتخيل نظاما من دوائر الطول فوق الكره الشمسيه تمر بين قطبيها وتدور بسرعة متوسطه . وقد أُعتبرت فترة دوران دوائر الطول هى فترة دوران الشمس عند العرض ١٦ ْ .

التركيب : الشمس مثل باقى النجوم الثوابت عباره عن كره غازيه ، تتماسك مادتها بفعل قبضه الجاذبيه . والجزء الأكبر ، **داخل الشمس** ، ليس من الممكن رصده مباشره ، لأن الإشعاع الذى يأتى منه يُمتص بعد مسافة قصيره . وعلى الرغم من ذلك يمكن بمساعدة الأبعاد المقاسه حساب تركيب الشمس تبعا لنظرية التركيب الداخلى للنجوم . يزداد الضغط كما تزداد كل من الكثافه ودرجة الحراره للغاز ناحية المركز . وعند مركز الشمس تبلغ درجة الحرارة حوالى من ١٥ إلى ٢٠ مليون درجة وكثافته حوالى ١٠٠جم/سم^3 ، ويبلغ الضغط بضع مئات البلايين ضغط جوى . ويراعى أن هذه القيم تعتمد على

النموذج المفترض أساسا للحسابات . تنشأ الطاقة التى تشعها الشمس على الدوام فى المناطق القريبه من مركزها . فهناك تدور عمليات نوويه ، بالتحديد إندماجات نوويه ، تتحول معها الكتله إلى طاقه . وفى درجات الحراره السائده عند مركز الشمس يغلب حدوث دورة البروتون ـ بروتون ، الذى يتحول بها الهيدروجين مباشرة إلى هليوم (ـــه إنتاج طاقة النجوم) . إن ما تفقده الشمس من كتله نتيجة للإشعاع يقدر بحوالى ٣ر٤ بليون كجم لكل ثانيه . وبهذا فإن الشمس تفقد ـ على فرض ثبات قوة إشعاعها ـ فى ١٠ بليون سنه فقط ٠٧ر٪ من كتلتها نتيجة للإشعاع ويجرى إنتقال ما ينتج من طاقة عند مركز الشمس فى غالبية المناطق إلى الخارج . يتم هذا عن طريق إمتصاص وإعادة إشعاع دائمين . وتوجد تحت سطح الشمس طبقه بسمك حوالى ١/٤ نصف قطرها ، يسود فيها تيارات حمل شديده : حيث تطفو الماده الساخنه إلى أعلى وتغوص الأبرد إلى أسفل . تسمى هذه المناطق ـــه **مناطق تيارات حمل الهيدروجين** فى الشمس ، وفيها تتغير درجة تأيين الهيدروجين بسرعة عاليه . وتلعب هذه المناطق دورا كبيرا فى دراسات الطبقات الأعلى . وعن التركيب الداخلى للشمس أنظر أيضا ـــه تركيب النجوم وقارن أيضا ـــه تطور النجوم .

على العكس من داخل الشمس فإن الطبقات العلويه ، **الأقل** كثافه يمكن مشاهدتها مباشرة ولو بواسطة أجهزه مساعدة ، وكل ـــه أرصاد الشمس ، التى تمت بعنايه كبيره ، والتى طُورت من أجلها أجهزه خاصه ، تهتم بهذه الأجزاء الخارجيه من الشمس . ونميز هنا طبقات مختلفه : فى أسفلها يوجد الفوتوسفير ، وفوقه الكروموسفير الذى يتصل بالكورونا الشمسيه . **وكغلاف جوى شمسى** نعنى فى المعنى الدقيق كل من الفوتوسفير والكروروسفير ، وفى المعنى العام الكورونا الشمسيه . كل هذه الطبقات فى حالة هادئه بوجه عام . وفى بعض الأجزاء منها تحدث دائما إضطرابات لهذه الحالة الهادئه المستقره هى ـــه النشاط الشمسى سريع التغير الزمنى .

توجد فى الغلاف الشمسى مثل أى ـــه غلاف نجمى آخر طبقات من حيث درجة الحراره والضغط ، أى أن قيم درجة الحراره والضغط ـ ومعها أيضا الكثافه ـ تتغير مع إرتفاع الطبقه . وتزداد الكثافه باستمرار إلى داخل الشمس . وبالمثل تزداد درجة الحراره فى الكروموسفير السفلى وفى الفوتوسفير ؛ بينما فى الطبقات العليا يختلف مجرى درجة الحراره عن ذلك .

تسمى أسفل وأكثف طبقه من الغلاف الجوى الشمسى بالفوتوسفير (الغلاف الضوئى) ، ومنه يخرج الإشعاع الشمسى إلى الكون . ويمثل الفوتوسفير بذلك الجزء المرئى من الشمس ، وسمكه يتراوح بين ٤٠٠ إلى ٥٠٠ كم . كما أننا نرى الفوتوسفير من الأرض عند حافة الشمس تحت زاوية قدرها ١/٢ . وفى هذا النطاق الصغير تهبط شدة الإشعاع القادم من قرص الشمس إلى الصفر ، بحيث نرى القرص الشمسى واضح التحديد . ونحصل على مفاتيح تركيب الفوتوسفير بتحليل ما يصلنا من ضوءه . وعلى النقيض من النجوم الأخرى البعيده جدا والتى تظهر كنقط ضوئيه تمتاز الشمس بإمكانية دراسة جزء من قرصها بذاته . ومن ذلك يمكن تحديد **التغير من المركز إلى الحافة** ، أى الإختلافات بين ما يصلنا من إشعاع من مركز الشمس وما يصلنا من عند حافتها . ونلاحظ على قرص الشمس ، **عتمة الحافه** ، أى الإنخفاض فى اللمعان لقرص الشمس من المركز إلى الحافة . وعتمة الحافه أشد فى حالة الضوء قصير الموجه عنها فى الضوء طويل الموجه . ويأتى ذلك من أن ما يأتينا من ضوء الحافه ينشأ من الطبقات العليا بينما نرى فى الموجات الضوئيه الطويله إلى عمق أكبر وننظر على طبقات أكثر سخونه . بذلك يمكن عن طريق عتمة الحافه تعيين طبقات درجة الحراره فى الفوتوسفير (ـــه أجواء

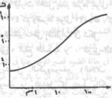
النجوم) . وعند حدوده العليا تصل درجة حراره الفوتوسفير إلى حوالى ٤٠٠٠ درجة وعند حدوده السفلى إلى ٧٠٠٠ درجه ، بينما تقدر الكثافه فيه بحوالى $١٠^{-٧}$جم/سم^{٣} . ويتضح من الدراسات الطيفيه أن التركيب الكيماوى للفوتوسفير يشابه ما هو عليه فى أجواء النجوم الأخرى . فالجزء الأكبر مكون من العناصر الخفيفه ، أكثرها شيوعا الهيدروجين ثم الهليوم ، بينما الجسيمات الثقيله أكثر ندره (شيوع العناصر) . وفى الأرصاد الأكثر دقه فإن الفوتوسفير ، حتى بصرف النظر عن العتمة الحافيهْ ، ليس له سطح متساوى اللمعان ، وإنما له تركيب حُبيبى ، **التحُبب الشمسى** ، وهذا عباره عن مناطق صغيره لامعه ، حبيبات ، ترتفع عن الخلفيه الداكنه . والقطر الظاهرى للحبيبات الذى يوجد منها فوق سطح الشمس حوالى ٢ مليون ، قديقدر بين ١ً ، ٢ً ، والقطر الحقيق يقدر فى المتوسط بحوالى ٧٠٠ كم . يتضح من وجود الحبيبات حدوث تيارات قوية فى الفوتوسفير المتوسط والسفلى ، تنشأ فى طبقات تيارات حمل الهيدروجين . من هنا تصبح الماده الصاعده أسخن وألمع عما يجاورها ، وبهذه الطريقه تنشأ الحبيبات اللامعه . ومن الصعب رصد هذه الأشكال الصغيره بسبب قصر عمرها ، الذى يصل إلى ٨ق فقط ، وأيضا بسبب عدم الإستقرار الجوى ، إلا أنه أمكن الحصول على صور ممتازه للتحبب الشمسى من البالونات . وبالإضافة إلى التحبب توجد شبكه خشنه من خلايا تيارات الحمل يقدر قطرها بحوالى ١٥٠٠٠ إلى ٤٠٠٠٠ كم وعمرها بحوالى ٢٠ ساعه . كما تحدث فى الفوتوسفير مناطق إضطراب فى شكل الكلف الشمسى ، البقع الشمسيه و البريق الشمسى .

ويتصل الكروموسفير (الغلاف الملون) بالفوتوسفير من الداخل كما يتصل بالكورونا من الخارج . وسمك الكروموسفير بصل آلاف الكليو مترات ، وهو بذلك أسمك بكثير من الفوتوسفير ، إلا أن إشعاع الكروموسفير ، على العكس من ذلك ، أقل بكثير بسبب إنخفاض الكثافه إلى حوالى $١٠^{-١٢}$ جم/سم^{٣} ، ومن هنا لا يمكننا رؤيته بجانب الفوتوسفير الأكثر لمعانا . ويمكن مشاهدة الكروموسفير بدون أجهزة مساعدة لفترة قصيرة عند الكسوف الكلى للشمس فقط ، أى عندما يغطى قرص القمر الفوتوسفير اللامع حيرا من سطح الشمس تاركا الأجزاء الأخرى . فى هذه الحاله يظهر الكروموسفير كحلقه ملونه حول حافة قرص القمر المعتم . ومن هنا نشأت أيضا تسميته بالغلاف الملون . إتضح من الأرصاد التى أخذت بكاميرات طويلة البعد البؤرى أثناء فترة الكسوف الشمسى أن الكروموسفير ليس أملس الحدود ، وإنما يظهر كغابة مليئة بألسنه اللهب ، تعرف **بالسنيبلات** ، وترتفع بغير إنتظام فوق الكروموسفير . ويتغير شكل غابة اللهب دائما . كما أن السنيبلات تنطلق بسرعات من ٢٠ إلى ٥٠ كم/ث إلى أعلى ، ولها قطر يبلغ ٨٠٠ كم وإرتفاع حوالى ١٠٠٠٠ كم فى المتوسط ، ويقدر عمرها ببضع دقائق فقط . وربما كانت السنيبلات هى إمتداد لما يُرى على الفوتوسفير من تحببات . ويقوى من هذا الاحتمال التطابق فى الظاهرتين بالنسبه للقطر والعمر والعدد الكلى . وأحسن مكان لرصد السنيبلات هو عند قطبى الشمس ، حيث توجد مائلة على حافة الشمس مثل أشعة الكورونا القطبيه . يسمى طيف الكورونا بسبب الفتره القصيره التى يرى فيها بطيف الفلاش ، وفيه تظهر الخطوط الطيفيه الموجوده فى طيف الفوتوسفير (إنظر بعده) ولكنها ليست كما هى على هيئة خطوط إمتصاص وإنما كخطوط إنبعاث . وبمقارنة هذه الخطوط بطيف الفوتوسفير يتضح أن الخطوط مقواه بفعل ذرات متأنيه وعاليه الإثاره .

وأمام قرص الشمس اللامع يمكن رصد الكروموسفير بأدوات مساعده ، نستبعد بها ضوء الفوتوسفير الشديد وهذا هو ما يحدث عند أخذ الصور الشمسيه فى لون واحد أى ـــ الهليوجرامات

الطيفيه . يتم أخذ هذه الصور بواسطة مطيافات شمسيه أو أيضا بواسطة مرشحات تداخل ضوئيه ذات حيز طيفي ضيق . وفى كلتا الحالتين تؤخذ صوره للشمس فى نطاق طيفي ضيق بينما يتم إستبعاد الضوء فى الموجات الأخرى . ويكون هذا النطاق الطيفي الضيق فى وسط أو جناح خط أمتصاص قوى . تختلف غازات غلاف الشمس فى نفاذيتها بإختلاف طول الموجه . وهذه الغازات جيده النفاذيه بالنسبه لضوء موجاته فى الجزء المستمر من الطيف ، أى الضوء الذى يقع ما بين خطوط الإمتصاص ، فنمثل هذا الضوء نشأ فى الغالب فى الفوتوسفير . وعلى العكس من ذلك فإن غازات الغلاف الجوى الشمسى قليلة النفاذية بالنسبه للضوء ذى الأطوال الموجيه الواقعه فى منتصف خطوط الإمتصاص الطيفيه . فمثل هذا الضوء الذى يشعه الفوتوسفير يمتصه الكروموسفير ، ومن هنا فإن ما نرصده من ضوء فى موجات خطوط الإمتصاص هذه نشأ من الكروموسفير وحده ، ومن طبقات يزيد إرتفاعها كلما إقتربنا من مركز الخط الطيفي . وإذا ما أسقطنا مثل هذا الضوء على اللوح الفوتوغرافى نحصل على صور تناظر إرتفاعات مختلفه فى الكروموسفير . ويتم فى الغالب أخذ الهليوجرامات الطيفيه فى ضوء الخط الطيفي K لعنصر الكالسيوم أو الخط H_a لعنصر الهيدروجين . وعليه فإننا نميز بين هليوجرامات K وهليوجرامات H_a . ويتم التمييز الدقيق للمكان بالنسبه لمركز خط الإمتصاص عن طريق عدد يعلق إلى أسفل الرمز . تظهر على وجه الخصوص فى هليوجرامات K_3 الطيفية للطبقات العليا من الكروموسفير تحببات خشنه ، فيبدو الكروموسفير هناك مغطى بشبكه من العناصر اللامعه والداكنه . تسمى العناصر اللامعه **بالزغب** ، وحسب نوع الهليوجرام ، بزغب الهيدروجين أو زغب الكلسيوم . وزغب الهيدروجين قليل فى شيوعه وله شكل خيطى ويظهر فى كثير من الأحيان قريبا من مناطق الكلف الشمسى ومنتظما فى شكل دوامى . وكلما تعمقنا فى الكروموسفير تشابهت هليوجراماته مع الفوتوسفير .

وعلى الرغم من وجود نتائج كثيرة لأرصاد الكروموسفير إلا أنه لا توجد نظريه عن تركيبه الطبق . يرجع ذلك قبل كل شئ إلى الظروف الفيزيائيه السائده فى الكروموسفير ، فهى بعيده جدا عن التعادل الحرارى . ودرجة حرارة الكروموسفير الأسفل مثل ما تحتها للفوتوسفير الأعلى حوالى ٤٠٠٠ درجه وتزداد درجة الحراره بشدة فى الكروموسفير الأعلى فتصل فى النهايه عند الكورونا من ١٠٠ ٠٠٠ إلى مليون درجه . ومن هذا المكان ينبعث إشعاع عكسى فى طبقات الكورونا العليا ، الشئ الذى يؤدى إلى إثاره فوق عاديه للجسيمات . ويُعزّى التسخين فى الكروموسفير العلوى المرتبط بالتسخين فى الكورونا إلى تأثير الموجات الإضطرابيه ، التى تستمد طاقتها من مناطق تيارات حمل الهيدروجين ، إذ تنتقل الطاقه على هيئة موجات صوتيه خلال الفوتوسفير وفى الكروموسفير العلوى ، ذى أقل كثافة ، تتحول الموجات الصوتيه إلى موجات تصادميه تنتقل بسرعه أعلى من سرعة الصوت . وهناك تتحول طاقتها الميكانيكيه إلى طاقة حراريه ، أى أن الغاز يسخن . والإحتمال كبير جدا بوجود علاقه بين إنتقال الطاقه وكل من ظاهرتى التحبب والسنيبلات .



توزيع شدة إشعاع الشمس فى الموجات الراديويه مع طول الموجه ، وتعبر درجة الحرارة المكافئة عن شدة الإشعاع .

تظهر كمناطق إضطراب فى الكروموسفير على الهليوجرامات الطيفيه ← مشاعل شمسيه ، و ← إضطرابات شمسيه والألسنه المصاحبه ← للنتوء الشمسى .

يتصل من الخارج بالكوموسفير ← **الكوورونا الشمسيه** ، التى تعد أبعد جزء من الغلاف الشمسى إلى الخارج . ويُميز الكورونا الإرتفاع الشديد فى درجة حرارتها التى تبلغ حوالى مليون درجه وكذلك الانخفاض فى كثافتها . وتمثل كورونا الشمس إتصال دائم مع غاز ما بين الكواكب .

الاشعاع والطيف :

تبدو الشمس بالنسبه لنا ذات لمعان بصرى من القدر ـ ٢٦٫٨٦ كألمع جرم سماوى . وتسبق الشمس بذلك القمر وقت التمام بحوالى ١٤ قدرا فى اللمعان ، بينما تسبقه بحوالى ٤٥٠ ٠٠٠ مره فى شدة الإضاءه . يبلغ اللمعان المطلق للشمس ، أى اللمعان الذى تبدو عليه بالنسبه لمشاهد على بعد ١٠ بارسك . حوالى القدر + ٤٫٧١ . ويتحدد الإشعاع الكلى للشمس من خلال قياسات ← الثابت الشمسى ، وهو عباره عن الطاقة الإشعاعيه التى تسقط فى وحدة الزمن على وحدة المساحه من الشمس عند بعدها المتوسط عن الارض . وقيمة الثابت الشمسى حسب الأرصاد الحديثه ١٫٣٩٥ × ١٠^٦ إرج . سم^-٢ . ث^-١ = ٢٫٠٠ كالورى . سم^-٢ . ق^-١ = ١٫٣٩٥ كيلو وات . م^-٢ . ونفس الكمية الإشعاعيه تسقط حول الشمس على وحده مساحه من كره يبلغ نصف قطرها قدر المسافه بين الأرض والشمس . فإذا ما حسبنا قيمه مساحة سطح هذه الكره وضربناه فى قيمة ما يسقط من طاقة فى الثانيه الواحده على وحدة المساحه فإننا نحصل على الطاقة الكليه المنبعثه من الشمس لكل ثانيه ، وهو ما يسمى بالقوه الإشعاعيه . تقدر هذه القيمه بحوالى ٣٫٩٠ × ١٠^٣٣ إرج/ث = ٣٫٩٠ × ١٠^٢٣ كيلو وات . من هذا الإشعاع الكلى يصل الأرض فقط ½ جزء من البَليون . ويقدر الإشعاع من كل سم^٢ لسطح الشمس بحوالى ٦٫٤١ × ١٠^١٠ إرج . سم^-٢ . ث^-١ = ٦٤١٫٠ كيلو وات . سم^-٢ . من هذه القيمه ومن قانون ستيفان ـ بولتزمان للإشعاع تنتج درجه حراره فعاله قدرها ٥٧٨٥ درجه لفوتوسفير الشمس .

إن طيف الشمس عباره عن طيف نجم من النوع الطيفى G_2 والقوة الاشعاعيه V . أى أن الشمس عباره عن قزم عادى ، تقع فى شكل هرتز سبرنج ـ رسل فوق التتابع الرئيسى . وأكثر جزء معروف من طيف الشمس هو من حوالى ٣٠٠٠ إلى ٢٠٠٠٠ أنجستروم ، إذ أن هذا النطاق ممكن الرصد بالوسائل العاديه . يتميز هذا الجزء بطيف مستمر به خطوط إمتصاص . يتفق طيف إمتصاص الشمس جيدا للموجات الأطول من ٦٠٠٠ أنجستروم فى توزيع شدة إضاءته مع إشعاع جسم أسود درجة حرارته ٦٠٠٠ . أما فى الموجات القصيره فهناك حيودات كثيره عن ذلك . فمثلا يتضح وجود إرتفاع بالنسبه لشدة الإشعاع المحسوبه عند ٦٠٠٠ درجه ، ثم يعقب ذلك إنخفاض كبير . وهنا تظهر خطوط الإمتصاص المتقاربه جدا وخصوصا حدود الطيف المستمر تحت حدود بالمر للهيدروجين عند حوالى ٣٧٠٠ أنجستروم ؛ فهذا الاشعاع يتم أمتصاصه بشدة بواسطة ذرات الهيدروجين الموجوده فى حالة الإثاره الأولى ، والتى تتأتى عن طريق الإمتصاص . إكتشف « وولاستون » **خطوط فراونهوفر** ، كما تسمى خطوط الإمتصاص فى غالب الأحوال ، عام ١٨٠٢ وبعد ذلك بحوالى ١٢ سنه أعد فراونهوفر ، وهو أول من إشتغل بدراسة هذه الخطوط ، مصنفا يحتوى على ٥٦٧ خطا . وحاليا فإن المصنفات الحديثه مثل الرولا نديه والأتريختيه تحتوى على أكثر من ٢٠٠٠٠ خطا طيفيا للشمس . وبالنسبه لأشد الخطوط الطيفيه الشمسيه لايزال معمولا حتى الآن بالتسميه بالحروف التى أدخلها فراونهوفر . ومثال ذلك تسمى الخطوط القويه عند ٥٨٩٦ وعند ٥٨٩٠ أنجستروم ، اللتان تنشآن من إمتصاص ضوء الشمس

بواسطة الصوديوم الموجود في غلافها الجوى بخطوط D وأشد خطوط إمتصاص في طيف الشمس هما خطى H&K الناشئين من الكالسيوم وقد أمكن حتى الآن التعرف على ٦٠٪ من الخطوط أى أمكن تحديد العناصر الكيماوية المسئولة عنها فوجد أنها حتى للآن ٦٠ عنصرا . وينتج العدد الأكبر من خطوط الإمتصاص من بعض المعادن وخصوصا الحديد . وتوجد أيضا بعض الجزيئات .

إن الجزء الأكبر من الطيف فوق البنفسجى الشمسى لا يمكن رصده من على سطح الأرض ، وذلك لأن الغلاف الجوى الأرضى يمتص كل الأشعة ذات الموجات الأقصر من ٣٠٠٠ أنجستروم (الشكل ← الطيف) . وهذه المنطقة من الطيف أمكن رصدها بعد إدخال الصواريخ والأقمار الصناعية . ومما يلفت النظر وجود إنخفاض فجائى فى شدة الطيف عند حوالى ٢٠٠٠ أنجشتروم ، الشئ الذى ينشأ بواسطة الإمتصاص على جانب حدود سلسلة خطوط الألومنيوم والكالسيوم . وبالنسبة للموجات الأقصر من ١٧٠٠ أنجستروم يبدو طيف الشمس متغيرا كلية إذا قورن بالنطاق البصرى ، حيث يتكون الطيف هنا من طيف إستمرار ضعيف جدا وفوقه خطوط إنبعاث مضيئة . ومعظم الخطوط مصدرها الهيدروجين والهليوم . وأقوى الخطوط هو خط الهيدروجين ليمان ذى الطول الموجى ١٢١٦ أنجستروم ويمكن بواسطة تجهيزات خاصة الإستدلال على إشعاع شمسى حتى ١ أنجستروم ، أى إلى نطاق أشعة رونتجن ، والإشعاع فى الموجات القصيرة جدا أعلى بكثير مما ننتظر من درجة حرارة ٦٠٠٠ درجة . وحسب شدة أشعة رونتجن يصل تقديرنا لدرجة الحرارة إلى مليون درجة . يوضح هذا أن الجزء قصير الموجة من طيف الشمس ينشأ فى الطبقات العليا من الكروموسفير والكورونا . ويعانى الطيف فوق البنفسجى على النقيض من النطاق البصرى من تأرجحات شديدة حسب النشاط الشمسى المتغير . ويظهر هذا الإشعاع قصير الموجة بوضوح فى الأرض بتأثيره المؤين .

الإشعاع الراديوى :

تبعث الشمس بالإضافة إلى إشعاعها البصرى بإشعاع راديوى ، تم إكتشافه فى عام ١٩٤٢ . وبالمقارنة نجد أن الإشعاع الراديوى أقل من الإشعاع البصرى ، وفقط بسبب قرب الشمس الشديد منا يمكن مشاهدة هذا الإشعاع الراديوى . وقد أدت أبحاث الإشعاع الراديوى الشمسى إلى إتساع النطاق الطيفى المعروف للإشعاع الكهرومغناطيسى الشمسى إلى موجات من ١ م حتى ٢٠ م أو ما يقابل ذلك من ٣٠٠٠٠ إلى ١٥ ميجاهرتز (ميجاهرتز = مليون ذبذبة فى الثانية) وبالمقارنة بالإشعاع البصرى فإن الإشعاع الراديوى يعانى من تأرجحات شديدة . وفى أوقات النشاط الشمسى نجد صعوبة فى قياس الإشعاع الراديوى الأساسى بسبب الإضرابات الإشعاعية .

إن الإشعاع غير المضطرب ، الذى يأتى من الشمس الهادئة ، ثابت تقريبا لفترات زمنية طويلة ، فهو يتغير بدرجة بسيطة أثناء دورة الكلف الشمسى . وهذا الإشعاع عبارة عن إشعاع حرارى ، ينتج فى الغالب من حركة الإليكترونات فى المجالات المغناطيسية للأيونات . وللموجات المختلفة فإننا نحصل على درجات حرارة مكافئة مختلفة (← الإشعاع الراديوى) ، أى أن مجرى شدة الطيف لا يمكن نسبته إلى منحنى إشعاع بلانك بذاته ، وإنما يمكن تخيله مكونا من أجزاء منحنيات بلانكيه كثيره لها درجات حرارة مختلف . وفى الغالب فإن الأشعة الراديوية طويلة الموجة تنشأ فى مناطق أسخن من المناطق التى تنشأ فيها الموجات الأقصر (الشكل) . وفى النطاق المترى ينشأ الإشعاع الراديوى بدون إستثناء فى الطبقات العالية الساخنة فى الكورونا الشمسية . فالكورونا ، على وجه التحديد ، بالنسبة لهذا الإشعاع

غير منفذة كلية ؛ أى أن ما ينشأ من إشعاع راديوى بهذا الطول الموجى الكبير لا تنفذه الكورونا . والطبقات العليا من الكورونا التى ينبعث منها هذا الإشعاع الراديوى ذات قطر زاوى أكبر بكثير من الشمس وذلك بالنظر إليها من الأرض ؛ أى أن الشمس الراديويه المقاسه فى هذه الموجات تمتد إلى أبعد بكثير عن قرص الشمس . أما فى حالة الموجات الراديويه القصيره نسبيا فعلى العكس من ذلك نجد أن الكورونا منفذه حتى الطبقات السفلى . وبهذا ينشأ الإشعاع ذى الطول الموجى بضع سنتيمترات من الكروموسفير بدرجات حراره حوالى ٥٠٠٠ درجه ، أى من مناطق لا تبعد كثير عن سطح الشمس . وفى هذه الموجات ينحسر قطر الشمس الراديويه حتى قرص الشمس المرئى . ويلاحظ أنه يوجد فى النطاق السنتيمترى والديسمتيرى من الموجات لمعان حافى ، أى أن شدة الإشعاع عند حافة قرص الشمس ، التى يقطع فيها خط بصر المنظار الراديوى أجزاء كبيره من الكروموسفير الساخن والأجزاء السفلى من الكورونا ، أكبر من شدة الاشعاع عند منتصف قرص الشمس ، التى يقطع فيه خط البصر مسافة قصيره فى المناطق الساخنه وينشأ الجزء الأساسى للإشعاع فيه من مناطق الفوتوسفير البارده نسبيا .

فوق الإشعاع الأساسى يوجد إشعاع إضطرابى يلفت النظر فيه أولا وجود مركبة بطيئه التغيير (المركبه الكلفيه) . وقد أمكن من خلال قياسات التداخل إيضاح نشأة هذا الإشعاع من تكثفات الكورونا . فهذه التجمعات الساخنه جدا الموجوده على إرتفاع بضع ١٠٠٠٠ كم فوق الكلف الشمسى تشع لبضعة شهور المركبه بطيئه التغيير كإشعاع حرارى فى النطاقين السنتيمترى والديسمترى من الموجات .

ويشاهد أحيانا ولبضع ساعات إلى بضع أيام فى النطاق المترى للموجات إشعاع إضطرابى (عواصف ضجيجية) ، تأتى من مناطق -R فى الكورونا . وتقع هذه المناطق على إرتفاع من ٠٫٣ إلى ١ مثل نصف قطر الشمس فوق الفوتوسفير ، وهى مرتبطه بمناطق الكلف الشمسى . والعلاقه بين حجم منطقه الكلف وشدة الضجيج العاصفى ليست وطيده . والإشعاع عباره عن حزمه قويه ـ مثل إشعاع الكشاف ـ ولهذا فإنه يشاهد فقط عندما تكون منطقه ـ R بالقرب من منتصف قرص الشمس ، وإلا فإن منطقه إشعاعه لا تصل إلى الأرض . علاوة على ذلك فإن الإشعاع الإضطرابى دائرى الإستقطاب .

تحدث كثيرا **انفجارات إشعاعيه** تزيد من شدة الإشعاع بدرجة كبيرة وتستمر هذه الظواهر بضع ثوانى إلى عدة ساعات . والإنفجارات الإشعاعيه مرتبطه إلى حد كبير مع الإضطرابات فى النطاق الطيفى البصرى . وهناك بعض الانفجارات الصغيره . خصوصا فى نطاق الموجات المتريه ، ليس بينها وبين الإضطرابات البصريه أى إرتباط . وربما كانت هناك علاقه بين هذه الانفجارات وبين الإنفجارات الضعيفه ، التى تصعب على المشاهده . وكمصادر للإشعاع يأتى الإنبعاث الحرارى والإشعاع السينكروترونى للإليكترونات السريعه والنسبيه ويحتمل أيضا تذبذب البلازما . ويتم تقسيم الأنواع المختلفه من الإنفجارات أساسا حسب كل من الطيف والتتابع الزمنى للظاهره .

النوع -I ويستمر إشعاعه لفتره من ٠٫١ إلى ٠٫٥ ثانيه مصحوبا بطيف ضيق جدا يظهر فى صوره العواصف الراديويه . **النوع** عباره عن إنفجارات تستمر لبضع دقائق ويشاهد فى الموجات الديسمتريه والمتريه غالبا فى بداية الإضطراب . وفى أثناء الإضطراب ينزاح الإشعاع إلى الموجات الأطول . ويمكن أن تكون هذه الازاحه نتيجة لحدوث تذبذب البلازما الذى يكثر فى الإرتفاعات العليا فوق سطح

الشمس وعند الكثافات المنخفضه . وتقل ذبذبه البلازما ، أى يزداد طول الموجه كلما إنخفضت الكثافه . ومن الإنخفاض المعروف فى الكثافه مع الإرتفاع ومن سرعة الإزاحه فى الطيف يمكن حساب سرعة إرتفاع المنبع الإشعاعى فوق سطح الشمس . من ذلك نحصل على سرعات من ٤٠٠ إلى ١٠٠٠ كم /ث . وبهذه السرعه نشاهد أيضا الإشعاعات الجسيميه متحركه فى إتجاه الأرض . ومن المحتمل أن تكون ذبذبة البلازما ناشئه من حركة هذه التيارات خلال الكورونا . **والنوع III** عباره عن نبضات إشعاعيه تستمر لبضع ساعات ، وتزداد أطوال الموجات دائما فى أثناء هذا الوقت تماما مثل النوع II . يشاهد النوع الثالث فى غالب الأحيان عند بداية الإضطرابات . وفى هذا النوع تحدث الإزاحه الطيفيه فى غاية السرعه . من ذلك يمكن إستنتاج أن منبع الإشعاع يتحرك بسرعه حوالى ١٠٠٠٠٠كم/ث أى $\frac{1}{3}$ سرعة الضوء مرتفعا فى الكورونا . ويمكن حقيقيه ومباشرة تتبع مثل هذا الارتفاع السريع لمنابع الإشعاع بواسطة مقياسات التداخل . فى هذا النوع تحدث أيضا حركات بنفس السرعه للمنبع الإشعاعى إلى أسفل . وفى بعض الأحيان يتحرك المنبع أولا إلى أعلى ثم يستدير متحركا إلى سطح الشمس **(النوع U-)** . ومن الممكن أن يكون هذا النوع من الإشعاعات الراديويه عباره عن إشعاعات سينكرو ترونيه . **والنوع IV** هو إنفجارات إشعاعيه تستمر من دقائق إلى ساعات وتتساوى شدتها لجميع الموجات الراديويه . وترتفع منابع إشعاع هذا النوع بسرعه مثل النوع II فى الكورونا لبضع أقطار شمسيه وتتوقف هناك . ومع ذلك لا يتغير شئ فى أطوال الموجات . تحدث إنفجارات النوع V فى الغالب بعد بضع دقائق من بداية إنفجارات النوع IV . **أما النوع V** فهو عباره عن إنفجارات مثل النوع IV لكنها تحدث فقط بموجات أقصر وبعد إنفجارات النوع III .

الإشعاع الجسيمى :

بالإضافه إلى الإشعاع الموجى الكهرومغناطيسى فإن الشمس ترسل **إشعاعات جسيميه** تسمى ايضا **بالرياح الشمسيه** . وهذه الجسيمات فى الغالب إليكترونات وبروتونات ، أى جسيمات هيدروجين متأينه تجرى إلى الخارج بسرعه بضع مئات الكيلومترات فى الثانيه . تغادر هذه الجسيمات الشمس غالبا على هيئة سحب أو حزم من التيار . ويمكن إعتبار هذا التيار الغازى عباره عن تمدد دائم للكورونا الشمسيه الساخنه . وما يملأ المجموعة الشمسيه من ← غاز ما بين الكواكب يشابه تماما هذا التيار الجسيمى . ويقدر ما تفقده الشمس من مادتها نتيجة للإشعاعات الجسيميه بحوالى ٤ × ١٠^١٩ جم فى السنه . وعند وصول سحب الغاز المتأين إلى الأرض فإنها تتسبب فى حدوث إضطرابات فى المجال المغناطيسى الأرضى (← الظواهر الشمسيه الأرضيه) .

يتضح أن للمركبه بطيئه التغيير من المجال المغناطيسى الأرضى ميل إلى التكرار كل ٢٧ يوما ، أى أن الإشعاعات الجسيميه التى تتسبب فى ظهور الإضطرابات يمكن أن تستمر فى إنطلاقها من الشمس لعدة دورات شمسيه . فبعد دوره (إقترانيه) كامله ، أى بعد ٢٧ يوما نرى نفس الوجه من الشمس ويصل الإشعاع الجسيمى من جديد إلى الأرض . وحتى الآن لم يمكن إرجاع هذا الإشعاع الجسيمى بوضوح إلى منابع إشعاعيه بذاتها على الشمس . وقد أدخل لهذه المنابع الغير معروفه إصطلاح **مناطق M-** . والعواصف المغناطيسية عمرها قصير . كما أنها تشاهد غالبا بعد الإنفجارات الشمسيه ، وخصوصا ما يصاحب منها العواصف الراديويه وكذلك الإنفجارات الراديويه المصاحبه للنوع II . وتظهر هذه العواصف المغناطيسية على وجه الخصوص بعد مرور مناطق R الإشعاعيه خلال مركز الشمس وتصل الإضطرابات فى المجال المغناطيسى الأرضى

متأخره عن الاضطرابات البصرية بحوالى من ١٨ ساعة إلى ٤ أيام . من هذا الوقت يمكن حساب سرعة الجسيمات ، المتسببه فى الإضطراب المغناطيسى . تقدر هذه السرعه فى المتوسط بحوالى ٧٠٠ كم/ث . ومن خلال الأرصاد يمكن تتبع حركة التيارات الجسيميه فى داخل الكورونا وذلك عن طريق الاشعاع الراديوى الذى تسببه ذبذبة البلازما (إنظر أعلاه) . ويمكن أيضا نسبة إشعاعات الكورونا إلى تأثير التيارات الجسيميه . ويتضح من الزيادة فى الأشعه الكونيه بعد بعض الإضطرابات أن الشمس يمكن أن تبعث بإشعاعات جسيميه أكثر سرعة مما ذكر .

المجال المغناطيسى :

تشاهد المجالات المغناطيسيه فى الانقسام الحادث فى الخطوط الطيفيه نتيجة ظاهرة زيمان . ومن مقدار الإنفصال يمكن إستنتاج شدة المجال المغناطيسى . ولابد فى حالة الشمس أن نميز بين نوعين من المجالات المغاطيسيه : مجال مغناطيسى عام ، يشمل كل الشمس ، ومجال يظهر أثره فقط فى مناطق محدوده . (١) يشمل المجال المغناطيسى الشمسى العام كل الشمس ــ مثل المجال المغناطيسى الأرضى ــ ويمكن الاستدلال عليه بصعوبه . وإتجاهات خطوط هذا المجال عند قطبى الشمس تحدد ميل السنيلات المرئيه والإشعاع القطبى للكورونا على حافة الشمس ، بحيث أن هاتين الظاهرتين تجعلان مسار المجال المغناطيسى مرئيا . وتقدر شدة المجال المغناطيسى العام بالتأكيد حوالى واحد جاوس فقط . وقد أعطت الأرصاد المختلفه قيما متباينه للمجال المغناطيسى العام . كما أُعتقد بإكتشاف تغيير فى إتجاه المجال المغناطيسى ، أى إنعكاس فى قطبيته . ولكن هذه المسأله لاتزال غير واضحه تماما بسبب صغر شدة المجال . (٢) توجد على الشمس مجالات مغناطيسية تقتصر على مناطق محدوده منها وتظهر لفترات زمنيه قصيره ؛ مثال ذلك ما نجده فى الكلف الشمسى وحوله من مجالات مغناطيسيه .

وشدة المجال لهذه المناطق المحدوده أكبر كثيرا من شدة المجال المغناطيسى العام ويمكن أن يصل فى الكلف الكبير إلى عدة آلاف جاوس . من هنا فإن تلك المجالات المغناطيسيه أسهل بكثير فى الإستدلال عليها . تلعب هذه المجالات المغناطيسيه المحليه دورا كبيرا فى تطور الظواهر مثل الكلف والنتوء الشمسى (← النشاط الشمسى) . وفى نطاق المراقبه الشمسيه يجرى مسح قرص الشمس بواسطة ماجنيتوجرافات (راسمات المجال المغناطيسى) لإكتشاف وقياس المجالات المحليه . وهنا نجد مناطق فوق قرص الشمس ، فيها المجال المغناطيسى أحادى القطب (مناطق UM) وكذلك مناطق فيها مجالين مغناطيسيين مختلفى القطبين (مناطق مزدوجه القطب ، مناطق BM) .

وحتى الآن لم تكتمل دراسة نشأة المجالات المغناطيسية فى الشمس ، حيث تنشأ مشاكل على سبيل المثال من التغيير السريع فى المجال . والغلاف الجوى الشمسى عباره عن غاز متأين جزئيا ، أى بلازما ، وللإليكترونات حرة الحركة بذلك قدره توصيليه . وإذا ما تغيرت شدة المجال فى مادة موصله ــ سواء كان المجال المغناطيسى فى طور التكوين أو الهدم ــ تنشأ فى هذه الماده تيارات كهربيه مثل ما يحدث فى الملف الحثى . وهذه التيارات بدورها تنتج مجال مغناطيسى يعمل على الحيلوله دون تغيير المجال الأصلى . لهذا فإن أى مجال مغناطيسى قوى لا يمكن أن يُبنى أو يُهدم إلا ببطئ فقط . وقد قدرت أزمنه بناء أو هدم المجال المغناطيسى بحوالى ١٠٠٠ عام . ويرجع ما نشاهده من تطور المجال المغناطيسى فى بضع أيام إلى كونه يتكون تحت السطح ويصعد بعد ذلك مع التيارات الماديه حيث نشاهده . ويُعتقد بأن المجالات المغناطيسيه تنشأ تحت السطح وذلك من التأثيرات المتبادله بين كل من المجال المغناطيسى العام والدوران التفاوتى للشمس ومناطق تيارات حمل الهيدروجين . وفى هذا الإطار يمكن فهم تغيير قطب

المجال المغناطيسى العام للشمس مع دورة النشاط الشمسى .

الشمس الحقيقيه

true sun
soleil vrai *(sm)*
wahre Sonne *(sf)*

أنظر ← اليوم الشمسى

الشمس المتوسطه

mean sun
soleil moyen
mittlere Sonne *(sf)*

أنظر ← اليوم الشمسى .

شمسى

solar
solaire
helio, solar

منسوب إلى الشمس .

شميدت

Schmidt

هو برنارد شميدت النظاراتى والفلكى الأيسلندى المولود بتاريخ ٣٠ مارس ١٨٧٩ فوق نارجن (بايسلنده) والمتوفى بتاريخ أول ديسمبر ١٩٣٥ فى هامبورج ؛ عمل أولا فى ميتفايدا ومنذ عام ١٩٢٦ فى هامبورج - برجيدورف . وقد قام شميدت بصنع عدسات ومرايا رائعه للمناظير وكان أعظم ما أنتج مجموعة العدسات المعروفه بإسمه للإستعمال مع ← المناظير العاكسه ؛ فمرآه شميدت تعتبر تقدما كبيرا فى تكنولوجية الأرصاد ، ولهذا شاع تصنيعها منذ أن أدخلها شميدت . وعن ← مرآه شميدت ، إنظر ← المنظار العاكس .

الشهاب

meteor, shooting star
météore *(sm)*
Meteor *(sn)*, **Sternschnuppe** *(sf)*

أو الظاهره الجويه هى عملية تحدث عند دخول جسم صغير ، نيزك ، من خارج الأرض إلى غلافها الجوى . وتختلف شدة الشهاب حسب حجم الجسم الساقط فالشهب التى لا يزيد لمعانها عن القدر - ٤ (متوسط لمعان الزهره) تسمى **بالفتيل النجمى** أو فى العاميه **النجمه أم ذيل** . وعند أى نقطه فى السماء يُرى مع هذه الظاهره فجأه نقطة ضوئيه شبيهه بالنجم تتحرك فى مدار قصير أو طويل ثم تنطفئ ثانية . وفى بعض حالات الفتيل النجمى يضئ المدار لوقت قصير بعد مرور الجسيم . ويبدأ ظهور الضوء على إرتفاع بين ١١٠ ، ٩٠ كم فوق سطح الأرض . والظواهر الجويه اللامعه تصل إلى مسافات أقرب إلى الأرض عما تصله الأقل لمعانا . ويرجع السبب فى حدوث الظواهر الجوية إلى ← نيازك متناهية الصغر بدرجة تثير الدهشه ، فأقطارها تبلغ بين بضع سنتيمرات وبضع مليمترات (الظواهر الجويه التى ترى بالكاد بالعين المجرده) . وتنشأ عن الأجسام الأصغر من ذلك **الظواهر الجويه التلسكوبيه** التى نراها أحيانا داخلة فى جو الأرض أثناء الرصد بالمنظار .

أما الظواهر الضوئيه التى يزيد لمعانها عن القدر - ٤ فتسمى **بالكرات الناريه** وهى أكثر ندره من الفتائل النجميه . وعلى طول مسار الكرات الناريه تحدث إنفجارات ضوئيه ، ورذاذ رايودى أو تقطيع فى الظاهره الضوئيه ، كما أنها تترك ورائها ذيلا يظل مضيئا لبضع دقائق وقد يصل إلى مدة ساعه . والكرات الناريه اللامعه تكون مصحوبة كذلك برعد يظل لوقت طويل . والأجسام المتناهيه فى اللمعان يمكن رؤيتها حتى أثناء وضح النهار فى ألمع جزء من مدارها . وغالبا ما تترك ذيلا من الدخان أو البخار يتبعثر تدريجيا بفعل حركات الهواء . ومن هذه الكرات الناريه تسقط بقايا النيازك على سطح الأرض . والنيازك التى يبلغ قطرها ١٠ سم تُحدث كرات ناريه يقارن لمعانها بلمعان البدر ، كما أن إصطدام نيزك مترى الحجم بسطح الأرض يعنى كارثه طبيعيه .

وتظهر فى أطياف الشهب القليله نسبيا التى تم رصدها حتى الآن خطوط إنبعاث ذرات متعادله من

الهيدرجين (H) والنيتروجين (N) والأكسجين (O) والصوديوم (Na) والمغنسيوم (Mg) والألمنيوم (Al) والسيليكون (Si) والكالسيوم (Ca) والمنجنيز (Mn) والحديد (Fe) والنيكل (Ni). ونادرا جدا ما يلاحظ طيف مستمر ضعيف. وفى حالة السرعات الأكبر يظهر بجانب ذلك إنبعاث من أيونات كل من المغنسيوم (Mg) والسيليكون (Si) والكالسيوم (Ca) والحديد (Fe) . ويبدو هذا مفهوما لأنه فى حالة السرعات العاليه تكون هناك طاقه أكثر متوفره للتأين (إنظر بعده) ومع الظواهر الضوئيه اللامعه جدا يتغير الطيف على طول المدار تبعا للفرمله الملحوظه .

العمليات الفيزيائيه : عند دخول نيزك إلى الغلاف الجوى فإنه يعانى ، فى الطبقات العليا قليله الكثافه ، كثيرًا من الإصطدامات بجزيئات الهواء . ومع كل إصطدام يفقد سطح النيزك بعض الجزيئات ، التى تعطى طاقتها إلى جزيئات الهواء المجاوره والجزء الأكبر من هذه الطاقه يتحول إلى طاقة حراريه ، بينما حوالى ١٠٪ فقط يتحول إلى طاقة إثاره . ويتحول جزء أقل صغرا من ذلك إلى طاقة تأين . ثم يعطى إشعاع طاقة كل من الإثاره والتأين ضوء الشهب أو الظواهر الضوئيه . ويكون التأين الحادث ملحوظا كذلك فى إنعكاس موجات الراديو (إنظر بعده). أما الإصطدامات البطيئه بين الأيونات والإليكترونات الحره فتسبب الإضاءه التاليه للمدار . وفى أثناء الإصطدامات الفرديه مع جزئيات الهواء فإن النيزك متوسط الحجم الذى يُحدث فتيلا نجميا يبطئ الطيران بدرجة بسيطه . وقد يتنجر بسبب ذلك على إرتفاع حوالى ٩٠كم تقريبا بينما سرعته لم تتناقص إلا قليلا . يعتمد عمق دخول الظاهره الضوئيه فى جو الأرض على السرعة أيضا ؛ فالنيازك السريعه تتبخر فى الطبقات العليا أسرع من البطيئه . وفى حالة النيازك الكبيره التى تتسبب فى الكرات الناريه فإن التفاعل المشترك مع الهواء يتخذ أشكالا أخرى ؛ فهى تصل قبل تفتيتها إلى الطبقات الكثيفه . ولا تتعرض فى هذه الطبقات ، على أرتفاع من ١٠ إلى ٥٠ كم عن سطح الأرض ، لمقاومة جزئيات منفرده وإنما إلى طريق متصل من الجزيئات . ومن المحتمل أن تجرف أمامها منطقة تركيز ، تحدث فيها معظم عمليات الاضاءه . ويقدر تسخين النيازك فى هذه المرحله بحوالى ٣٠٠٠ درجه . والتفاصيل عن العمليات التى تحدث هنا أقل مما نعرفه فى حالة فتائل النجوم . وعلى أى حال فإنه ليس من العجيب حدوث ما يشاهد من إنفجارات وإنقسامات فى غالب الأحيان أثناء التفاعل المشترك مع الهواء . والفرمله فى هذه المرحله كبيرة جدا . فتكاد تكون الأجزاء المتبقيه قد فقدت سرعتها الإبتدائيه ثم تنزل بعد ذلك إلى الأرض بسرعة السقوط الحر .

يمكن تقدير نصف القطر r (بالملم) للنيزك الذى يُحدث ظاهرة ضوئيه لمعانها m بالأقدار من العلاقة : $\log r = 0.3 - 0.133m$

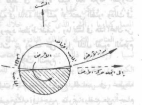
طرق الرصد : يصعب الرصد الدقيق للظواهر الجويه نتيجة لحدوثها بدون سابق معرفه فى كل من الزمان والمكان . أما الكرات الناريه اللامعه فتشاهد مصادفه من قبل كثير من الناس . وفى أثناء الرصد المنتظم للفتائل النجميه يقوم الراصد بتسجيل زمن الدخول فى جو الأرض والمدار التقريبى على خريطة نجوميه . وقد أمكن بهذه الطريقه الغير دقيقه إيضاح كثير من المسائل الإحصائيه . أما من الناحيه الفوتوغرافيه فقد أمكن أخذ الأرصاد عندما تصادف مرور شهاب أمام مجال روية الكاميرا . وفى كثير من البلاد تعمل حاليا كاميرات عديده فى مراقبة السماء بإنتظام . وفى هذه الحالة توضع كاميرتان مزودتان بشيئيات قويه على بعد بضع كيلو مترات من بعضها ثم تصوبان على الطبقه الوسطى للظواهر الجويه فى جو الأرض (على إرتفاع من ٩٠ إلى ١١٠كم) . فإذا مر شهاب فى هذه المنطقه يتم تصويره بواسطة كل من هاتين الكاميرتين . وبذلك نحصل على صورة إستريو للمدار الذى يسهل بعد ذلك إستنتاج وضعه فى

الفضاء . ولتحديد السرعه يوضع أمام الشبيه قرص محزّم (قطاع دائرى) ، يفتح الطريق الضوئى ويقفله فى دورات وبذلك تظهر صورة الشهاب مقطعه ويتخذ من طول القطعه الواحده مقياسا لسرعة الشهاب . وقد أمكن عن طريق إدخال كاميرات شميدت أخذ صور أستريو لحوالى ١٠٠٠ شهاب . وأحدث طريقه للرصد هى ما يعرف بطريقة الصدى الراديوى . فى هذه الحالة تُراقَب منطقة معينه من السماء بواسطة محطتين موضوعتين بنفس كيفيه محطات التصوير ثم يتم إرسال موجات من أجهزة راديويه فتنعكس الموجات على المناطق المتأنيه الناشئه من إرتطام النيزك بجو الأرض ويتم إستقبال الصدى بعد فترة زمنيه تتناسب وبعد الظاهره عن الأرض . بذلك نحصل على وضع المدار فى الفضاء . وبالإضافه إلى هذا فإن شكل الصدى يدلنا على سرعة الشهاب .

ومن مميزات هذه الطريقه إمكانيه الرصد بها أيضا أثناء النهار . المدارات : أمكن أثناء الرصد المنتظم لمدارات الشهب الظاهريه التمييز بين مجموعتين : ففى حالة الشهب **المتفرقه** تتوزع المدارات بدون إنتظام فى السماء ، أما فى حالة ما ينتمى إلى ← تيار شهب من رذاذ الظواهر الجويه فإن مساراتها تنبع من مصدر أشعه واحد فى موقع فى السماء يميز كل تيار على حده . ونحصل على المدار الظاهرى ، بالنسبه للأرض كمركز ، بالطرق السابق شرحها . وإذا ما أخذنا فى الإعتبار دوران الأرض فى مدارها فإننا نحصل على المدار بالنسبه للشمس كمركز . وبمعرفة ذلك يمكن القطع بما إذا كان الشهاب مصدره المجموعة الشمسيه ، حيث يكون مداره على شكل قطع ناقص حول الشمس . أما إذا كان مدار الشهاب على شكل قطع مكافئ أو زائد فإن ذلك يدل على أن مصدره فضاء ما بين النجوم . إن أى جسم يدور فى مدار بيضاوى حول الشمس له سرعه أقل من ٤٢ كم/ث دائما بالقرب من الأرض . فإذا ما وصلت سرعة الجسم إلى هذا الحد ، السرعة فى قطع مكافئ ، فإن مداره يصبح قطعا مكافئا ، بينما سرعات أكبر (زائده عن ذلك تأتى فقط بالحركة فى قطع زائد) . ولابد من التمييز بين السرعات بالنسبه للشمس وبالنسبه للأرض . وتبلغ الأخيره فى حالة شهاب يتحرك ضد حركة الأرض أكبر من مقدار سرعة الأرض فى مدارها (حوالى ٣٠ كم/ث) وبالنسبه لشهاب متحرك فى نفس إتجاه حركة الأرض أقل بحوالى نفس القيمه عن السرعه حول الشمس . أى أنه فى حالة الشهب المتحركه فى قطع ناقص فإن سرعاتها بالنسبه للأرض لا يمكن أن تزيد عن ٤٢ + ٣٠ = ٧٢ كم/ث . أما إذا قيست سرعات أعلى فلابد أن يكون الشهاب داخلا جو الأرض من فراغ ما بين النجوم . ويتضح من القياسات الحديثه وجود زيادة بسيطه عن حد السرعه (٧٢ كم/ث) فى نسبه حوالى ٣٪ من النيازك . وبذلك فإن الجزء الأكبر من الشهب التى تشاهد من سطح الأرض مصدره المجموعه الشمسيه ذاتها . والسرعه بالنسبه للأرض لابد أن تكون على الأقل ١١٫٢ كم/ث ، وهى السرعة التى يكتسبها جسم ثابت على مسافه بعيده بواسطة قوة جذب الأرض .

شيوع الشهب : من مكان رصد ما يمكن مشاهدة حوالى ٢٥ شهابا بالعين المجرده كل ساعه . والرائى ، الذى لا يمكنه مشاهدة كل السماء فى وقت واحد ، يستطيع أن يرى حوالى ٨ شهب فى نفس الفتره الزمنيه . والعدد الذى يُرى من على سطح كل الأرض يقدر بحوالى ١٠٠ مليون . والشهب اللامعه أكثر ندره من الخافته ، كما يقل شيوع الشهب من قدر إلى القدر الذى يليه بالمعامل ٣ . (هذا المعامل غير ثابت ، ففى حالة الظواهر الجوية التلسكوبيه يقرب المعامل من ٢٫٥ بينما يبلغ حوالى ٤ للفتائل النجوميه اللامعه) .

ويخضع شيوع الشهب ، كما يتضح من متوسطات الأرصاد ، إلى ترنحات دوريه .



لتوضيح التغير اليومى فى إستقبال الأرض للشهب .

فيوجد أولا تغيير حسب الوقت من النهار ، التغيير اليومى ؛ حيث يزداد تعداد الشهب ليلا ويصل أعلى قيمة له عند بداية الشفق الصباحى . ومتوسط قيمته بالنسبة لليلة واحدة أكبر ما يمكن فى الخريف وأصغر ما يمكن فى الربيع . يسمى هذا التغيير حسب فصول السنة بالتغيير السنوى . ويأتى ذلك من أن الأرصاد تكتسح فى أثناء حركتها حول الشمس الجزء الذى أمامها من الشهب (الشكل) . لذلك شكل يكون عدد الشهب فى هذا الجانب أكثر من الجانب الخلفى . ويصل شيوع النيازك قمته فقط عندما يكون مستقر حركة الأرض فى أعلى وضع له فوق الأفق (العبور) . ولما كانت هذه النقطة تضع زاوية من ٩٠ْ مع الشمس (التى تكون فى الظهيرة فى أعلى نقطة لها على الأفق) فإن قمة عدد النيازك تحدث فى الصباح وأعلى قيمة فى الخريف وأقل قيمة فى الربيع . وبهذا يتم تفسير اليومى والسنوى .

تشذ بعض أيام السنه عن المجرى العادى لشيوع الشهب فيزداد فى هذه الأيام تعداد الشهب فجأه ، وهى الأيام التى يحدث فيها تيارات شهبيه كبيره (← تيار الشهب) . أنظر أيضا نيزك .

شهاب تيارى

shower meteor
météore d'essaim *(sm)*
Strommeteor *(sm)*

انظر ← تيار الشهب .

الشهر

month
mois *(sm)*
Monat *(sm)*

(بالنسبه للقمر) (١) هو الفتره الزمنيه لدورة القمر حول الأرض . وحسب إختيار النقطه التى تنسب إليها أو الخط الذى ننسب إليه دورة كاملة للقمر فإننا نحصل على شهور مختلفه . **فالشهر الدراكونى** ينسب إلى عقدة الصعود فى مدار القمر ، أى هو الفتره الزمنيه بين عبورين للقمر خلال عقدته الصاعده ؛ وطوله ٣٥ر٨ث ٥ق ٥س ٢٧ى (بالزمن الشمسى المتوسط) . والفتره الزمنيه بين عبورين متتاليين للقمر خلال دائرة الساعه الماره بنقطة الربيع تسمى **بالشهر المداراى** ؛ وطوله ٤ر٧ث ٤٣ق ٧س ٢٧ى (بالزمن الشمسى المتوسط) . والزمن بين عبوريين متتاليين للقمر خلال دائره الساعه لنجم ثابت تسمى **بالشهر النجمى** ؛ وطوله ١١ر٥ث ٤٣ق ٧س ٢٧ى (بالزمن الشمسى المتوسط) **والشهر الحضّى** عباره عن الفتره الزمنيه بين عبورين متتاليين للقمر خلال حضيضه ، أى أقرب نقطه من الأرض فى مداره ؛ وطول الشهر الحضىٍ ٣٢ر٢ث ١٨ق ١٣س ٢٧ى (بالزمن الشمسى المتوسط) . **والشهر الاقترانى** أو القمرى هو عباره عن الفتره الزمنيه بين طورين متتاليين ومتماثلين للقمر ، وطوله ٢ر٩ث ٤٤ق ١٢س ٢٩ى (بالزمن الشمسى المتوسط) . وترجع الأطوال المختلفه للشهور إلى ← حركة القمر المعقده ، التى تتسبب فى إختلاف الشهور الحقيقيه بدرجة كبيره أحيانا عما ذكر سالفا ؛ فقد يختلف الشهر النجمى مثلا حتى ٣س والشهر الاقترانى حتى ٦س .

(٢) فى التقاويم عباره عن فتره زمنيه طولها بالتقريب يساوى طول الشهر الإقترانى ← التقاويم .

الشيئيه

objective, object glass
objectif *(sm)*
Objecktiv *(sn)*

هى إحدى أجزاء ← المنظار .

الشيئية المنشوريه

objective prism
prisme objectif *(sm)*
Objectivprisma *(sm)*

هى منشور زجاجى ، يوضع أماما شيئيه المنظار لتحليل ضوء النجم إلى طيف : ← المطياف .

شياباريلى

Schiaparelli

هو جيوفانى فرجينيو الفلكى الايطالى المولود بتاريخ ١٤ مارس ١٨٣٥ فى سافيجليانو والمتوفى بتاريخ ٤ يوليو ١٩١٠ فى ميلانو ، ١٨٥٩ فى بلكوفو ، ومن ١٨٦٤ حتى ١٩٠٠ مديرا لمرصد ميلانو . وأشتغل شياباريلى على وجه الخصوص بأبحاث الشهب ، فاكتشف العلاقه بين المذنب III 1862 وتيار شهب البرشاوشيات . ومن خلال أرصاد كثيره لسطوح الكواكب إكتشف شياباريلى قنوات المريخ .

شيوع العناصر الكماويه فى الكون

abundance of the elements
abondance des éléments *(sf)*
Elementenhäufigkeit *(sf)*

هو الشيوع النسبى الذى تتمثل به العناصر الكماويه فى تجمع مادى فى الكون . وفى ذلك لا تعنينا القيم المطلقه . وغالبا ما تعطى نسبة شيوع العناصر لأنواع محدده من الذرات ، على سبيل المثال فى صورة هيدروجين : هليوم : معادن أو توضع البيانات على هيئة وحدات إختياريه وذلك بأخذ شيوع عنصر ما قيمة صحيحه على أن تعطى كمية العناصر الأخرى منسوبة إليه . وبهذا فإن شيوع العناصر يميز جسم ما ولكن بتحفظ واحد هو أننا لا نعرف ما إذا كان هذا العنصر فى صورة ذريه أو صوره إتحاد كماوى ، أى صوره جزيئيه . ولما كان من غير الممكن فحص الأجرام السماويه فى المعمل فإن تحديد شيوع العناصر بها ليس من السهل . ويتم ذلك من خلال التحليل الطيفى لما يبعث به الجرم السماوى من ضوء . وصعوبة ذلك هى أن شيوع العناصر يكون محددا فقط فى صورة كمية بعد معرفة الظروف الطبيعيه فى المادة التى تُشع أو تمتص الضوء وذلك فى حالة وجود خطوط طيفيه . وما ينشأ فى هذا المجال من تعقيدات يتم وصفه على سبيل المثال لضوء النجوم تحت ← غلاف النجوم .

ثبت بالخبره أن شيوع العناصر فى خطوطه العريضه يتشابه فى جميع ما تم دراسته من أجسام سماويه . وفى القاعده فإن أكثر العناصر شيوعا هو الهيدروجين ويتبعه الهليوم ثم بعد ذلك العناصر الأثقل . وعادة فإن العنصر يكون أكثر ندره كلما زاد وزنه الذرى . وبالاضافه إلى ذلك توجد جميع العناصر المعروفه على الأرض فى جميع أرصاد الكون . وقد ساد الإعتقاد قديما بإكتشاف عنصر غير موجود على الأرض ، وذلك من خلال التحاليل الطيفيه ، الا أنه ثبت بعد ذلك خطأ هذا الاعتقاد . ومن الأمثله المعروفه فى هذا الشأن الهليوم والنبيليوم (نسبه إلى السديم) والكورونيوم (نسبه إلى الكورونا الشمسيه) . وقد أكتشفت خطوط الهليوم أولا فقط فى طيف الشمس (بالإغريقيه هليوس) إلى أن تم إكتشاف وجوده على الأرض . أما الخطوط السديميه للمضئ من ← غاز ما بين النجوم فقد وصفت بأنها خاصة بعنصر جديد «النبيليوم» ، إلى أن إستُنتج أن مصدرها إشعاع ذرات النيتروجين والأكسجين المتأنيه والموجوده تحت الظروف الطبيعيه المتطرفه فى الفراغ الغير نجمى . وبالمثل كان الشئ بالنسبه لما تُشعُه هالة الشمس من خطوط طيفيه وصفت بأنها خطوط لعنصر إفتراضى ، الكورونيوم . وفى الحقيقه فإن هذه الخطوط تنبع من ذرات متأينه تأينا عاليا .

وحتى التركيب الكماوى للأرض التى نعيش فوقها يصعب تحديده . والسبب فى ذلك راجع إلى أننا لا نستطيع النفاذ إلا لعمق بسيط فى داخل الأرض . وما هو دقيق معروف فقط بالنسبه لقشرة الأرض الخارجيه . وقد دُرست هذه القشره الخارجيه من

خلال فتحات متفرقة فى مناطق معينه إلى عمق حوالى ٨٫٤ كم . ويمكن تحليل صخور قشرة الأرض فى المعمل كيماويا ، الشئ الذى يمكن من خلاله تحديد شيوع العناصر الثقيله وكذلك النادره بدقة كبيره نسبيا . وإذا قارنا ذلك بمتوسط شيوع العناصر فى الكون نرى نقصا فيما ينتج من قشرة الأرض للعناصر الخفيفه وخصوصا الهيدروجين والهليوم . ويبدو أن هذه العناصر قد تسربت من قشرة الأرض أثناء تجمدها . ونفس الشئ موجود بالنسبه للتركيب الكيماوى للنيازك ، التى تسقط على أرضنا من فضاء ما بين الكواكب والتى يمكن فحصها كذلك فى المعامل . وتركيب النيازك الصخريه مماثل لتركيب قشرة الأرض . أما النيازك الحديديه النادره نسبيا فتحتوى على زيادة فى نسبه الحديد والنيكل ومصدر ذلك غير معروف بعد . وما تم فحصه من صخور القمر فى منطقة بحر الهدوء لا تختلف كثيرا عن كل من صخور الأرض والنيازك الصخريه . إن التركيز العالى لكل من التيتانيوم والزركونيوم واليتريوم ملفت للنظر . وكل من الحديد والمغنسيوم أقل شيوعا ، فى المتوسط ، عما هو موجود فى النيازك الصخريه . وما تم إكتشافه من كميات هليوم كبيره فى التراب القمرى لا يدل بصورة مؤكده على بقايا المادة الأوليه التى تكون منها القمر وإنما يدل على ما إختزنته صخور القمر من هليوم نتيجة لفعل الرياح الشمسيه المستمره . ويدل على هذا الإفتراض ما تم إكتشافه من نقص كمية الغاز مع العمق .

يتحدد تركيب مادة ما بين النجوم ، فى المقام الأول ، من خلال طيف كل من السدم المتناثره والكوكبيه . وأصعب من ذلك هو تحديد شيوع العناصر فى غير المضئ من غاز ما بين النجوم . كما يستدل أيضا من أرصاد الخط الطيفى ٢١ سم ، الذى ينبعث من غاز الهيدروجين المتعادل فى الغاز غير النجمى ، على أن الهيدروجين أكثر العناصر شيوعا .

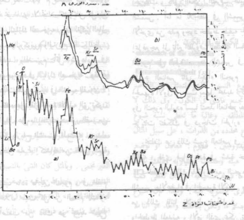
ونحصل على شيوع العناصر ، فى حالة النجوم الثوابت ، عن طريق التحليل الطيفى لضوء النجوم وذلك بمعونه نظرية غلافها الجوى . وهذه الطريقه معقده جدا ، ولذلك لا يمكن حتى الآن إعطاء معلومات دقيقه إلا لأنواع قليله نسبيا من النجوم . من ذلك إتضح أيضا صدق ما ذكر من نقص فى شيوع العناصر كلما زاد وزنها الذرى . وعلى هذا فإن النجوم الثوابت مكونه أيضا فى الغالب من الهيدروجين .

وقد جاء أدق ما عُرف عن شيوع العناصر من الشمس . يرجع ذلك إلى صغر المسافه بيننا وبين الشمس ، الأمر الذى يسمح بإستخدام طرق مخصوصه للدراسه . وقد تم بصورة مؤكده الإستدلال على وجود ٦٤ عنصرا فى طيف الشمس ، وإن لم نتمكن من تحديد شيوعها جميعا . وبعض العناصر يُستدل عليها فقط من خطوط ١٨ نوعا من الجزيئات ، التى أمكن التعرف عليها فى طيف الشمس . أما ما نلاحظه فى الشمس أو النجوم الأخرى من عدم وجود خطوط طيفيه لجميع العناصر إنما فيرجع إلى تأثير الظروف الطبيعيه السائده فى أجواء النجوم على الطيف . بعد الشمس فى دقة معرفتنا لشيوع العناصر تأتى أجواء النجوم الساخنه من الجمهرة الأولى ، حيث يسهل تحديد تركيب أغلفتها . وفى النجوم البارده نسبيا تتحد العناصر بصورة أكثر فى جزيئات تتفكك فى درجات الحراره العاليه .

يختلف عن ذلك شيوع العناصر فى نجوم الجمهرة الثانيه ، فنرى فيها زيادة فى شدة خطوط أحزمه CH الطيفيه وذلك بالمقارنه مع النجوم القريبه من الشمس والأعضاء فى الجمهرة الأولى . وعلى العكس من ذلك فإننا نلاحظ ضَعْفًا فى خطوط CN والخطوط المعدنيه ، الأمر الذى يمكن تفسيره بزيادة فى العناصر الخفيفه ونقص فى للعناصر الثقيله . وعلى ذلك وجد أن نسبة شيوع الهيدروجين إلى المعادن تصل من ١٠ إلى ١٠٠ مره أكبر فى حالة نجوم الجمهرة الثانيه عنها فى حالة نجوم الجمهره الأولى ، الشئ الذى يمكن تعليله بتأثير قِدَم الجمهرة الثانيه عن

الأولى ، حيث تكونت نجوم الجمهرة الثانية الأكبر سنا من المادة الغير نجمية حينما لم تكن هذه المادة تحتوى على تركيز كبير من العناصر الثقيلة وقبل تزويدها المستمر كما هو الحال بعد ذلك وقت أن تكونت منها نجوم الجمهرة الأولى الأقل (← نشأة العناصر) .

هناك شذوذ فى شيوع العناصر يُلاحظ فى بعض أنواع النجوم النادرة مثل نجوم ولف – رايت التى تنتمى إلى أنواع نجوم الكربون والنيتروجين . وكلا النوعين فيها شذوذ بالنسبة لشيوع كل من عناصر الأكسجين والكربون والنيتروجين . ففى أنواع النيتروجين نجد نسبة الهليوم : النيتروجين = ٢٠ : ١ ؛ أى انها شاذة فى صغرها . وفى أنواع الكربون نسبة الهليوم : الكربون : الأكسجين = ١٧ : ٣ : ١ ، أى تحتوى على قليل من الهليوم والأكسجين وعلى العكس من ذلك كثير من الكربون بصورة غير عادية . وفى نوع آخر ، نجوم الهليوم ، يوجد كثير من الهليوم وقليل جدا من الهيدروجين . ويمكن تقسيم الأنواع الخاصة من النجوم الباردة إلى مجموعة كربون ومجموعة معادن ثقيلة . فتنتمى إلى مجموعة الكربون نجوم النوعين الطيفيين R، N ، حيث يستدل فيها على تركيبات كثيرة من الكربون . وهذه النجوم تحتوى على كربون أكثر من الأكسجين . ومن المحتمل أن يكون كل الأكسجين متجمدا فى صورة أكسيد الكربون CO . كذلك فإن نجوم الليثيوم تنتمى إلى هذه المجموعة . أما نجوم النوع الطيفى S فتنتمى على وجه الخصوص إلى مجموعة نجوم المعادن الثقيلة ، التى يتشابه طيفها مع نجوم النوع الطيفى M ، لكن خطوط الزركونيوم Zr وأكسيد الزركونيوم ZrO تظهر فى



الشيوع النسبى لنوى العناصر (منسوبا إلى السيليكون ١٠) :
a) – بالنسبة إلى عدد الشحنة .
b) – للنوى الثقيلة بالنسبة إلى الوزن الذرى وفى كل حالة يمثل المنحنى العلوى العناصر ذات الوزن الذرى المزدوج والمنحنى السفلى العناصر ذات الوزن الذرى الفردى

الأولى أكثر شدة بالاضافة إلى إختلافات أخرى ، الأمر الذى يدل على شيوع أكثر للزركونيوم . وبالمثل فإن العناصر الثقيلة المشابهة مثل اليتريوم (y) والنوبليوم (N6) والمولوبدنيوم (M0) والباريوم (Ba) والعناصر الأرضية تزيد فى شيوعها عن الشيوع العادى . وفى كل نجوم النوع الطيفى S توجد خطوط التكنيوم(Tc) ، وهو عنصر غير مستقر ، وقيمة أطول نصف عمر لنظير منه حوالى ٢٠٠٠٠٠ سنة . ومن المعتقد أن نجوم الباريوم تشابه فى تركيبها الكيماوى نجوم ـ S ، ولكن أغلفتها الجوية ظروفا طبيعية أخرى تعمل على تغيير طيفها . وبالنسبة للنجوم المغناطيسية ، أى النجوم ذات المجال المغناطيسى والطيف المتغيرين ، فإن العناصر الأرضية النادرة توجد بصورة أكثر من شيوعها العادى كما أن نسبة شيوع المعادن إلى الهيدروجين تبدو أكبر عشرات مرات وربما أكثر من ذلك . وفى نجوم الخطوط المعدنية يبدو أن ظهور الخطوط المعدنية القوى ليس راجعا لشذوذ فى شيوع العناصر وإنما ، فى الغالب ، إلى ظروف طبيعيه فى أجواء النجوم .

ويجب التأكيد على أن ما ذكرنا من شذوذ يوجد فى الأقليه من النجوم دائما . أما غالبية النجوم فشيوع العناصر فيها متقارب وتلعب فقط الفروق المذكورة بين الجمهرات دورا كبيرا .

وعن **شيوع النظائر** فى النجوم فإننا لانعرف الكثير حتى الآن . وتطلق تسمية نظير على نويات مختلفة الثقل لنفس العنصر ، أى على ذرات لها نفس العدد الذرى ولكن لها أوزان ذرية مختلفة . وحتى الآن فإنه يمكن من خلال الخطوط الطيفية للجزيئات تحديد نسبة النظائر أكثر من أى طريقة أخرى . وشيوع

جدول لوغاريتم شيوع بعض العناصر الكيماية فى عديد من الأجسام السماوية

Z	العنصر	الرمز	النيازك الحجرية	الشمس	النجوم الساخنة	السدم الغازية
١	الهيدروجين	H		١٢	١٢	١٢
٢	الهليوم	He			١١ر١٥	١١ر٢٤
٣	الليثيوم	Li	٣ر١٦	١ر٥٤		
٤	البيريليوم	Be	١ر٣٤	٢ر٣٤		
٥	البورون	B	٢ر٣٠			
٦	الكربون	C	٤ر٧٠	٨ر٧٢	٨ر٢٤	
٧	النيتروجين	N		٧ر٩٨	٨ر٢٨	٨ر٤٤
٨	الأكسجين	O	٨ر٠٢	٨ر٩٦	٨ر٧٨	٨ر٨٢
٩	الفلور	F	٤ر٢٠	٤ر٧٠	٦ر٥٠	٥ر٥٠
١٠	النيون	Ne			٨ر٩٠	٨ر١٢
١١	الصوديوم	Na	٦ر١٦	٦ر٣٠		
١٢	المغنسيوم	Mg	٧ر٤٧	٧ر٤٠		
١٣	الألومنيوم	Al	٦ر٣٨	٦ر٤٨	٦ر٤٤	
١٤	السيليكون	Si	٧ر٥٠	٧ر٥٠	٧ر٥٠	
١٥	الفوسفور	P	٥ر٢٢	٥ر٣٤	٥ر٥٠	
١٦	الكبريت	S	٦ر٥٤	٧ر٣٠	٦ر٦٥	٧ر٨٢
١٧	الكلور	Cl	٤ر٣٥	٦ر٢٥	٦ر٢٠	٦ر٥٥
١٨	الآرجون	A			٧ر٠٠	٦ر٩٠
١٩	البوتاسيوم	K	٥ر٠٦	٤ر٧٠		
٢٠	الكالسيوم	Ca	٦ر١٥	٦ر١٥		

Z = العدد الذرى للعنصر .

عناصر كل من التيتانيوم (Ti) والنيتروجين (N) والأكسجين (o) والمغنسيوم (Mg) يماثل ما يوجد على الأرض .

وبينما يُستدل من الأرصاد أن الشيوع النسبى ^{3}He إلى ^{4}He فى حالة الشمس لابد أن يكون أصغر من ١ إلى ١٠٠ فإننا نجد نفس النسبه من المرتبه ١ : ١ لنجم مغناطيسى وحتى للنجم ٣ قنطورس A حوالى٥ : ١ . ويعتقد أن تكون هناك تفاعلات نوويه فى الغلاف النجمى مسئوله عن هذه الزياده النسبيه ، إذا أنه فى وجود مجال مغناطيسى قوى يمكن إسراع الجزيئات بشدة كبيره بحيث تكفى طاقة حركتها لبداية التفاعل النووى . وأكثر ما يلفت النظر هى نسبة نظائر الكربون . فالنسبة على الأرض وفى النيازك ، ويغلب أن يكون نفس الشئ أيضا بالنسبه للشمس وجميع النجوم العاديه ، $^{13}C/^{12}C \approx$ ١/٩٠ . وفى معظم نجوم الكاربون يوجد على النقيض من ذلك النظير الثقيل أكثر فى شيوعه النسبى ، فتبلع النسبه فيها $^{13}C/^{12}C \approx$ ١/٤ . ومن الممكن أن تكون هناك علاقه فى هذا النوع من النجوم بين النسبه البسيطه للنظيرين مع قلة شيوع الهيدروجين وكبر سرعة النجم .

ولما كنا على وجه العموم قد وجدنا فى جميع ما درسنا من أجسام كونيه نفس الشيوع النسبى للعناصر تقريبا ، فإنه يصبح من الإنصاف تحديد متوسط **لشيوع العناصر الكونى** فى هذه الأجسام جميعا .

وتختلف الدقة التى تم بها تحديد شيوع العناصر لكل جسم على حده . وأكثر هذه الطرق دقة هى لتلك الأجسام التى تتضاءل كتلتها أما الكتله الكليه . والشيوع النسبى للعناصر الثقيله فيتم تحديده فى الغالب من النيازك . ويظهر أن هذه العناصر أكثر فى شيوعها عن العادى . وفى أثناء تحديد الشيوع النسبى للنعاصر فإننا مضطرون لإختيار أو تحقيق تناسق بين النتائج المختلفه تبعا لإفتراضات نظريه . وتعطى التقديرات الحديثه بالتأكيد أساسا للشيوع الحقيقى للعناصر فى الكون ، وإن استلزم ذلك عمل تصحيحات فى حالات بعينها . ويحتوى الجدول المرفق نتائج تحديد حديث لبعض العناصر ، وقد نُسِبَ شيوعها إلى نسبة السيليكون (Si) التى وضعت بالأختيار $١٠^{٦}$.

فى المنحنى a من الشكل تم رسم شيوع العناصر مقابل العدد الذرى Z وهو أيضا عدد الشحنات على النواه ، لأنه يعطى عدد البروتونات ، أى الشحنات الموجبه الموجوده فى داخل النواه . وهذا العدد يحدد السلوك الكيماوى للذره . وهو فى نفس الوقت عباره عن عدد الإليكترونات السالبه فى هالة الذره فى حالة التعادل . ومن المنحنى نستنتج الخواص الآتيه لشيوع العناصر الكونى : (١) الشيوع الغالب للهيدروجين والهليوم . (٢) النقصان السريع المتبوع بنقص بطئ لشيوع العناصر فى إتجاه العناصر الثقيله . (٣) إنقطاع فى هذا المنوال عند العناصر الخفيفه : الليثيوم والبيريليوم والبورون التى توجد بدرجة أندر كثيرا عما يجاورها . (٤) وجود مجموعات من العناصر لها شيوع كبير ، وخصوصا حول Z = ٢٦ (الحديد) فى قمة الحديد فى شيوع العناصر وحول Z = ٨٢ (الرصاص) . (٥) الزياده الغالبه فى شيوع العناصر ذات العدد الذرى الزوجى عن ذات الأعداد الفرديه (قاعدة هاركينى) ، الأمر الذى ينعكس فى المسار المنكسر للمنحنى . وفى النواه يوجد غير البروتونات عدد من النيوترونات N لكل منها تقريبا وزن بروتون لكنها بدون شحنه . والوزن الذرى A يساوى N+Z . وللنظائر المختلفه من عنصر ما نفس Z ولكن قيما مختلفه من A وتبعا لها N ولو أننا جمعنا نسبه شيوع العناصر ذات الوزن الذرى الواحد ، أى إذا رسمنا شيوع جميع الأجسام التى لها نفس A مقابل A فإننا نحصل على المنحى b فى الشكل . وهنا فإن نظائر من عناصر مختلفه تؤثر فى قيم شيوع عناصر عديده بينما كل عنصر يؤثر فى القيم المناظره للأوزان الذريه المجاوره ويمثل المنحنى فقط النظائر الثقيله من قمة الحديد . وهنا تظهر بجلاء

القاعده الهاركينيه : فكل قيم الشيوع للأعداد الذريه المزدوجه تتصل فى منحنى كما تتصل القيم للأعداد الفرديه فى منحنى آخر يقع تحت المنحنى الأول . ولو أننا قمنا بتوصيل كل قمة مع ما يجاورها بدون إعتبار للأوزان الزوجيه أو الفرديه لحصلنا على منحنى منكسر مثل ما يوجد فى الشكل ■ .

وعن نشأة شيوع العناصر ← نشأة العناصر .

شيوع النظائر

abundance of the isotopes
abondance des isotopes *(sf)*
Isotopenhäufigkeit *(sf)*

هو الشيوع النسبى للنوى المختلفه الكتله لنفس العنصر الكيماوى : ← شيوع العناصر .

شوارتز شيلد

Schwarzschild

هو الفلكى الألمانى كارل شوارتز شيلد المولود

الشيوع الكونى المتوسط للعناصر الكيماوية (منسوبا إلى شيوع السيليكون Si = ١٠^{٦})

Z	العنصر	الرمز	A	الشيوع
١	الهيدروجين	H	١	٣ر٢ × ١٠^{١٠}
٢	الهليوم	He	٤	١ر٤ × ١٠^{٩}
٣	اللنيثيوم	Li	٧	١٠٠
٤	البيريليوم	Be	٩	٢٠
٥	البورون	B	١١	٢٤
٦	الكربون	C	١٢	١ر١ × ١٠^{٧}
٧	النيتروجين	N	١٤	٣ر٠ × ١٠^{٦}
٨	الأكسجين	O	١٦	٣ر١ × ١٠^{٧}
٩	الفلور	F	١٩	١٦٠٠
١٠	النيون	Ne	٢٠	٨ر٦ × ١٠^{٦}
١١	الصوديوم	Na	٢٢٣	٤ر٤ × ١٠^{٤}
١٢	المغنسيوم	Mg	٢٤	٩ر١ × ١٠^{٥}
١٣	الألومونيوم	Al	٢٧	٩ر٥ × ١٠^{٤}
١٤	السيليكون	Si	٢٨	١ر٠ × ١٠^{٦}
١٥	الفوسفور	P	٣١	١ر٠ × ١٠^{٤}
١٦	الكبريت	S	٣٢	٣ر٨ × ١٠^{٥}
١٧	الكلور	Cl	٣٥	٨٨٠٠
١٨	الآرجون	A	٤٠	١ر٥ × ١٠^{٥}
١٩	البوتاسيوم	K	٣٩	٣١٦٠
٢٠	الكالسيوم	Ca	٤٠	٤ر٩ × ١٠^{٤}
٢١	الاسكانديوم	Sc	٤٥	٢٨
٢٢	التيتانيوم	Ti	٤٨	٢٤٠٠
٢٣	الفاناديوم	V	٥١	٢٢٠
٢٤	الكروم	Cr	٥٢	٧٨٠٠
٢٥	المنجنيز	Mn	٥٥	٦٨٥٠
٢٦	الحديد	Fe	٥٦	٦ر٥ × ١٠^{٥}
٢٧	الكوبالت	Co	٥٩	١٨٠٠
٢٨	النيكل	Ni	٥٨	٢ر٧ × ١٠^{٤}
٢٩	النحاس	Cu	٦٣	٢١٢
٣٠	الزنك	Zn	٦٤	٤٩٠
٣٥	البروم	BrBr	٧٩	١٣
٣٦	الكرتبون	Kr	٨٤	٥١
٣٧	الروبيديوم	Rb	٨٥	٦ر٥
٣٨	الاسترنشيوم	Sr	٨٨	١٩
٣٩	السيتريوم	Y	٨٩	٨ر٩
٤٠	الزركونيوم	Zr	٩٠	٥٤
٥٠	الصفيح	Sn	١٢٠	١ر٣٣
٥١	الانتيمون	Sb	١٢١	٠ر٢٥
٥٢	التيلور	Te	١٣٠	٤ر٧
٥٣	اليود	J	١٢٧	٠ر٨٠
٥٤	الاكزينون	Xe	١٣٢	٤ر٠
٥٥	السيزيوم	Cs	١٣٣	٠ر٤٦
٥٦	الباريوم	Ba	١٣٨	٣ر٦٦
٧٦	الأوزميوم	Os	١٩٢	١ر٠٠
٧٧	الايريديوم	Ir	١٩٣	٠ر٨٢
٧٨	البلاتين	Pt	١٩٥	١ر٦
٧٩	الذهب	Au	١٩٧	٠ر١٤
٨٠	الزئبق	Hg	٢٠٢	٠ر٠١٧
٨١	الثاليوم	Tl	٢٠٥	٠ر٠٠٦٢
٨٢	الرصاص	Pb	٢٠٨	٠ر١٢
٨٣	البسموت	Bi	٢٠٩	٠ر٠٧٨
٩٠	الثوريوم	Th	٢٣٢	٠ر٠٣٣
٩٢	اليورانيوم	U	٢٣٨	٠ر٠١٨

Z = **العدد الذرى للعنصر .**
A = **الوزن الذرى للنظير .**

بمدينة فرانكفورت / ماين بتاريخ ٩ أكتوبر ١٨٧٣، والمتوفى بمدينة بوتسدام بتاريخ ١١ مايو ١٩١٦؛ فى عام ١٩٠١ مديرا لمرصد جوتنجن، ١٩٠٩ مديرا لمرصد الفيزياء الفلكيه فى بوتسدام. قدم شوارتز أعمالا مجيدة فى جميع مجالات الفلك. فقد عمل مثلا بالفوتومترى الفوتوغرافى (أس شوارتزشيلد، ← الفوتوغرافيا)، وأصدر قياسات جوتنجن الضوئية. وصمم منظار عاكس سمى بإسمه وقدم أبحاثا أساسية عن نظرية الغلاف الجوى للنجوم، وعن الحركات الذاتية للنجوم الثوابت وعن الإحصاء النجمى؛ وبجانب ذلك أعمالا قيمة فى الفيزياء الفلكيه. ولتكريم شوارتزشيلد نظمت الجمعيه الفلكية **محاضرة كارل شوارتزشيلد**، إفتتحها إبنه مارتن شوارتزشيلد فى عام ١٩٥٩، الذى يعيش الآن فى الولايات المتحدة الأمريكيه. وقد قدم شوارتزشيلد الإبن أبحاثا أساسية بالنسبة لتركيب النجوم وتطورها. وفى عام ١٩٦٠ تم تدشين مرصد تاوتنبرج بجوار مدينة يينا بإسم **مرصد كارل شوارتزشيلد**. وعن أس شوارتزشيلد إنظر ← الفوتوغرافيا.

الشوشرة المجرية

galactic noise
bruit galactique *(sm)*
galaktisches Rauchen *(sn)*

هى تسمية قديمة ← للإشعاع الراديوى المجرى العام.

(ص)

صدر المسلسله

Schedir *(A)*

هو النجم (α) فى كوكبة ذات الكرسى (كاثيوبيا). ويقدر اللمعان الظاهرى البصرى للنجم بالقدر ٢,٢. وهو عباره عن نجم من النوع الطيفى **KO** ونوع القوع الإشعاعيه **III**، أى عملاق.

ويبعد صدر المسلسلة عنا بحوالى ١٨ بارسك أى ٥٩ سنة ضوئية.

صدى الراديو

radio echo
écho radioélectrique *(sm)*
Radioecho *(sn)*

إنظر ← طريقة صدى الراديو.

الصليب الجنوبى

crux, Cru *(L)*
cross
croix du sud *(sf)*
Kreuz des Südens *(sn)*

أشهر كوكبة فى نصف الكرة السماوية الجنوبى. ويمكن توصيل صليب بين ألمع أربعة نجوم فيه. والكوكبة صغيرة جدا وتقع فى الطريق اللبنى. وأحيانا تسمى كوكبة الدجاجه بالصليب الشمالى.

الصيف

summer
été *(sm)*
Sommer *(sm)*

إحد ← فصول السنة.

الصور الطيفية للشمس

spectroheliograms
spectrohéliogrammes
Spektroheliogramme *(pm)*

[اللوحتان ٤، ٥] هى صور مأخوذة للشمس فى ضوء لون واحد تقريبا، أى صورة يتم فى أثناء أخذها تعريض اللوح الفوتوغرافى لنطاق ضيق من الطيف فى الوقت الذى أبعدت فيه الموجات الأخرى. يتم تصوير الشمس طيفيا بواسطة مطياف الصور الشمسيه (← أرصاد الشمس). وتؤخذ هذه الصور حديثا عن طريق مرشحات تداخل تسمح فقط بمرور ضوء نطاق ضيق من الموجات، على أن يوضع نطاق النفاذيه فى ضوء خط إمتصاص طيفى قوى، أى درى تصوير الشمس فى الضوء الباقى من هذا الخط. وينشأ هذا الجزء الباقى من الطيف فى الغالب فى الكروموسفير وذلك لأن الشمس رديئة النفاذيه جدا للضوء فى هذه الموجات ولا يمكن أن

ينفذ ضوء الفوتوسفير من الطبقات الأعلى . من هنا فإن الصور الطيفيه للشمس هى الطبقات تزداد فى الارتفاع عن سطح الشمس كلما إقتربنا من مركز الخط الطيفى . ويستعمل للتصوير غالبا الضوء المتبقى من كل من خطى H_α (الهيدوجين) ، K (الكالسيوم) ، وبالتالى فإننا نميز بين **صور طيفية هيدروجينية** أو **صور H_α الطيفية** وبين **صور K الطيفية للشمس**. ويتم تحديد دقيق للنطاق الطيفى المستخدم عن طريق إضافة رقم . فعلى سبيل المثال صورة K_3 الطيفية للشمس تمثل الكروموسفير العلوى ، الذى يتم تصويره فى صورة الخط K من خطوط الكالسيوم . ويُعد تفسير الصور الطيفية للشمس صعب جدا إذ لابد فى ذلك من مراعاة التركيب الدقيق لخطوط الإمتصاص .

من خلال مسح قرص الشمس فى نطاق الذبذبات الراديوية ، بواسطة مقياس التداخل ، عن طريق رسم الإشعاع فى الموجات الديسمترية ، فإننا نحصل على صور للكورونا الشمسيه السفلى ، أى لطبقات أعلى فوق سطح الشمس عما ذُكر هنا . ومثل هذه الصور يمكن إعتبارها صورا راديوية للشمس .

الصرفة

Denebola *(A)*

هو ← ذنب الأسد .

الصوفى

Azophi *(A)*

هو عبد الرحمن الصوفى (٩٠٣ - ٩٧٦) الفلكى الفارسى إشتهر بمصنفه النجومى ، الذى حدد فيه أقدام النجوم بدقة جعلته يقارن بما فى كتاب بطليموس وبما فى المصنفات النجومية الحديثة لاستنتاج التغيرات فى لمعان النجوم . ويحتوى كتابه عن النجوم الثوابت أيضا بضع أقدام الخرائط النجومية بما عليها من أشكال الكوكبات . كان الصوفى صديقا ومعلما لأحد أمراء بغداد ، الذى أسس أول مدرسة فلكية فى عهد الخلفاء العرب . وقد تم إطلاق إسم الصوفى على إحدى مناطق الجانب الآخر من سطح القمر .

ض

ضابط حساب الزمن

Connaissance de Temps *(sf)*

إنظر ← حولية .

ضديد مستقر الشمس

Antapex

هو النقطة المقابلة ← المستقر الشمس .

الضغط

presure
pression *(sf)*
Druck *(sm)*

هو القوة المؤثره على كل وحدة مساحة . ووحدات الضغط هى نيوتن / المتر المربع ، وبإختصار ن / م٢ ، وتعريفه هو الضغط الذى تحدثه قوة قدرها ١ نيوتن موزعه بإنتظام على مساحة قدرها متر مربع ؛ والبـار = ١٠٠٠٠٠ ن / م٢ . والضـغط الجوى الفيزيائى ، أو بإختصار ضغط جوى = ١٠١٣٢٥ ن / م٢ ؛ والداين / م٢ = ١٠^-٥ ن / م٢ .

ضغط الإشعاع

radiation pressure
pression de radiation *(sf)*
Stahlungsdruck *(sm)*

وهو ضغط الإشعاع الكهرومغناطيسى ، ويحدث على سبيل المثال ، عند سقوط الضوء على سطح فى مواجهة الإشعاع . وكل كم ضوئى له قوة دفع يعطيها لجسم يقابله . وبذلك يمكن أن يكون هذا عبارة عن إمتصاص الكم الضوئى بواسطة ذرة . كما يمكن أن يحدث بإنعكاس على سطح جسم صلب . وإذا ما أثر كثير من إنتقال قوى الدفع هذه متجمعة فى إتجاه واحد فإن النتيجة تكون كما لو كان هناك ضغطا

ميكانيكيا يؤثر على الجسم الساقط عليه الاشعاع . وضغط الاشعاع هذا يزداد كلما زادت شدة تيار الضوء ، أى كلما زادت الكمات الضوئيه الممتصه أو المنعكسه فى كل ثانيه . ويلعب ضغط الإشعاع دورا على سبيل المثال فى داخل النجوم (← تركيب النجوم) ، وهناك يعمل مع ضغط الغاز . وضغط الإشعاع مهم أيضا فى حالة الجسيمات الصغيره لمادة ما بين الكواكب الموجوده حول الشمس أو النجوم ، تلك الجسيمات التى تبتعد بفعل ضغط الإشعاع فى إتجاه مضاد لجاذبية الشمس أو النجوم .

ضغط الغاز

gas pressure
pression gazeuse *(sf)*
Gasdruck *(sm)*

هو الضغط الناتج من حركة ذرات الغاز وذلك لتمييزه عن ← ضغط الإشعاع .

الضوء

light
lumière *(sf)*
Licht *(sn)*

هو إشعاع كهرومغناطيسى مرئى فى الأطوال الموجيه من ٤٠٠٠ إلى ٨٠٠٠ أنجستروم (← الإشعاع) وفى المعنى المجازى تعتبر الموجات الكهرومغناطيسية الأطول والأقصر (تحت الأحمر وفوق البنفسجى) كذلك ضوءا ، وإن كانت هاتين المنطقتين غير مرئيتين . وفى الحالة العادية فإن المصدر الضوئى يشع ضوءا متعدد الموجات . وإذا ما رتبنا هذا الإشعاع كل موجة بجانب الأخرى فإننا نحصل على ← طيف الإشعاع . وسرعه إنتشار الضوء أى ← سرعة الضوء تبلغ حوالى ٣٠٠٠٠٠ كم/ ث . وسرعة الضوء أثناء مروره بماده أصغر عموما من سرعته فى الفراغ . وعادة تحدث ذبذبات الضوء فى جميع الاتجاهات العموديه على إتجاه إنتشار الضوء . أما إذا حدثت الذبذبات فى إتجاه واحد فقط (عمودى على إتجاه الانتشار) فإن الضوء يسمى مستقطبا (← الإستقطاب) . وتدل شدة الضوء على ما يخص وحدة المساحة من الإشعاع ، أى على سبيل المثال الطاقة المحسوبة بالإرج لكل ثانيه والساقطة على مساحة قدرها ١سم٢ عموديا على إتجاه إنتشار الضوء . ويستعمل بدلا من ذلك فى الفلك ← اللمعان . وقياس اللمعان من واجبات ← الفوتومترى (قياس الضوء) .

إذا ما سقط الضوء على ماده فإن جزءا منه يرتد ثانيه (← الإنعكاس) وجزء آخر يختفى (← الإمتصاص) . ونتيجة لإختلاف سرعة الضوء عند مروره خلال وسطين مختلفين يحدث عند الحد الفاصل ← إنكسار للضوء . وظاهره إنكسار الضوء ذو الموجات المختلفه بدرجات متفاوته تسمى بالتفريق . وهناك أيضا الإنحراف الغير منتظم للضوء والذى تسببه الجسيمات الصغيره ويطلق عليه ← التشتت . وفى العاده فإن موجات الضوء تنتشر فى خط مستقيم . ويأتى الحيود عن ذلك عندما يقابل الضوء فى طريقه عائق (← الإنحناء) . ويمكن أن يتقابل شعاعين من نفس المصدر فيحدث إما إنعدام للضوء ، وذلك عندما تكون الموجات متزاحه بالنسبه لبعضها بحيث تتقابل قمم الموجات مع قيعانها ، أو تقوية للضوء ، إذا تقابلت قمم الموجات أو وديانها . وهذه الظاهره تسمى بالتداخل . وعند سقوط الضوء على ماده فإنه لا يعطيها طاقه فقط وإنما أيضا دفع . وبسبب ذلك يؤثر على الماده ضغط ، هو ← ضغط الإشعاع أو ضغط الضوء عند سقوط ضوء عليها . وحاملات الطاقه والدفع فى موجات الضوء هى ← الفوتونات الضوئيه .

يعتمد الإحساس بالضوء على إثاره خلايا الرؤيه فى شبكيه العين ومنها تنتقل هذه الإثاره خلال الأعصاب إلى المخ . وترى العين الضوء ذو الموجات المختلفه بألوان مختلفه ؛ فالموجات الضوئيه القصيره تعطى إنطباعا بنفسجيا أو أزرقا بينما الموجات الضوئيه

الطويلة تعطي الإنطباع الأحمر. والخلط بين موجات معينة من الضوء يعطي الإحساس باللون الأبيض.

الضوء البروجي

Zodiacal light
lumière Zodiacale *(sf)*
Zodiakallicht *(sn)*

هو الظاهره الضوئيه الخافته فى سماء الليل والتى تمتد بطول دائرة البروج. وألمع أجزاء الضوء البروجي الخارجي هما ضوء الصباح الرئيسي وضوء المساء الرئيسي ويمتد كل منها حتى مسافة ٩٠° من الشمس وبالتالى فإننا نراهما لوقت طويل قبل شروق الشمس وبعد غروبها وبزيادة البعد عن الشمس لا تقل فقط شدة الضوء البروجي وإنما يقل أيضا عرض الظاهرة الضوئية بحيث يعطى إنطباع مثلث فوق الأفق. وفى مناطق الضوء دبروجي يصل اللمعان درجة لمعان أجزاء سكة التبانة. وفى حين أننا نرى الضوء البروجي فى العروض الجغرافية الصغيرة. أى فى المناطق المدارية، على مدار العام، فإننا نراه نادرا، على الرغم من لمعانه الكبير، فى العروض العالية (وسط أوربا). ويرجع ذلك إلى أن دائرة البروج تميل قليلا (فى الغالب) على الأفق فى العروض العليا، ولذلك فإن الضوء البروجي لا يرتفع عاليا عن المنطقة اللامعة من ضوء كل من الشفق الصباحي والمسائي. وأنسب الأوقات لرصد الضوء البروجي فى هذه العروض العليا هى الربيع بعد غروب الشمس بوقت قصير بالنسبة لضوء المساء الرئيسي (ناحية الغرب) والخريف قبل شروق الشمس بقليل بالنسبة لضوء الصباح الرئيسي. وكلما إتجهنا ناحية الشمس تزداد شدة الضوء الرئيسي. وكما يتضح من أرصاد كسوف الشمس يتصل الضوء البروجي بالكورونا الخارجية للشمس. وفى الإتجاه المضاد تمتد الظاهرة الضوئية، وإن كانت أكثر خفوتا، بطول البروج كله وتصل بذلك بين جزئى الضوء الرئيسي وفى وسط هذا **الشريط البروجي**، أى فى النقطة المقابلة للشمس، تظهر زيادة واضحة فى اللمعان. تسمى هذه الظاهرة **بالإضاءة المقابلة** وتبلغ شدة إضاءته حوالى $\frac{1}{20}$ من شدة الإضاءة فى الضوء الرئيسي.

ينشأ الضوء البروجي، الذى يتشابه طيفه مع الشمس، أساسا خلال تشتت ضوء الشمس على الجسيمات الترابية من مادة ما بين الكواكب. بجانب ذلك يوجد جزء من الضوء المستقطب يرجع مصدره إلى تشتت على الإليكترونات الطليقة. وأكثر التعليلات إحتمالا بالنسبة للضوء المقابل هو أنه يرجع إلى قانون التشتت الضوئى وحده، الذى يقضى بإختلاف شدة التشتت فى الإتجاهات المختلفة، أى عند الزوايا المختلفة بين كل من الضوء الساقط والمتشتت. أى أنه ليس راجعا إلى تجمع مادى فى هذا الاتجاه الذى يوجد فيه. ومن الصعب بمكان إستنتاج كثافة كل من الغبار والإليكترونات بمعلومية شدة إضاءه الضوء البروجي، لأننا لا نعرف حتى الآن قوانين التشتت الضوئى وكذلك طبيعية الجسيمات بالدقة المنشودة. علاوة على ذلك فليس من السهل قياس شدة الإشعاع الصغيرة بدقة وفصلها عن المؤثرات الإضطرابية التى فوقها، مثل الضوء المتشتت فى الغلاف الجوى الأرضى والإشعاع الذاتى لهذا الغلاف وكذلك جزء اللمعان من نجوم الخلفية الخافتة.

الضوء الجنوبي

aurora australis
aurore australe *(sf)*
südlicht *(sn)*

هو ← الضوء القطبي.

ضوء دائرة الحيوانات

Zodiacal light
lumière zodiacale *(sf)*
Tierkreislicht *(sn)*

تماما هو ← الضوء البروجي.

ضوء السماء

air glow
lueur atmosphérique
Himmelslicht *(sn)*

هو لمعان السماء أثناء النهار، ويأتى نتيجة ←

تشتت أشعة الشمس فى الغلاف الجوى. الأرضى (← السماء). وعن لمعان سماء الليل والسماء أثناء الليل، ← ضوء المساء.

الضوء الشمالى

aurrora borialis
aurore boréale *(sf)*
Nordlicht *(sn)*

هو ← الضوء القطبى.

ضوء الصباح الرئيسى

principal morning light
lumière principale du mation *(sf)*
Morgenhauptlicht *(sn)*

هو جزء من ← الضوء البروجى.

الضوء القطبى

polar aurora
aurore polaire *(sf)*
Polarlicht *(an)*

هو ظاهرة ضوئية تحدث فى حيز حلقى فى غالب الأحيان من المنطقتين القطبتين لغلاف الأرض الجوى، وتعرف بكل من **ضوء الشمالى وضوء الجنوب**. ويمكن حتى مناطق البحر المتوسط رؤية الأضواء الشمالية. وأشكال الضوء القضبى عديدة جدا، فمنها المتحنيات والمساحات هادئة الإضاءة أو نابضة اللمعان، وبالنسبة لشدة الإضاة والمكان فهى أشعة سريعة التغيير، وفى أكثر أجزائها طويلة جدا أو متقاربة إلى نقطة واحدة (كورونا الضوء الشمالى). ولون الضوء القطبى أبيض مزرق أو أحمر. ويرى فى طيفة خطوط إنبعاث (بعضها ممنوعة) لذرات وجزيئات الغلاف الجوى العلوى مثل الأكسجين **(O)** والنيتروجين، **(N)** والصوديوم **(Na)** وعناصر أخرى وكذلك طيف الجزيئات والذرات المتأنية جزئيا. وخطوط الأكسجين الممنوعة هى الخضراء الشديدة (λ = ٥٥٧٧ أنجشتروم) والحمراء (λ = ٦٣٠٠، ٦٣٦٤ أنجشتروم) من خطوط **الضوء الشمالى**. وفى بعض الأحيان تظهر خطوط الهيدروجين $H\alpha$ ، H_β . يحدث الضوء القطبى على إرتفاع فى الغالب بين ٨٠ إلى ٣٠٠ كم وتمتد فيه الأشعة حوالى ١٤٠ كم وهناك أيضا الأشعه الطويلة جدا التى تصل أحيانا إلى الإرتفاعات العليا من ٨٠٠ إلى ١٠٠٠ كم إلى الخارج ظل الأرض (الضوء القطبى شمسى الإضاءة).

ترتبط ظاهرة الضوء القضبى بالاضطرابات فى المغناطيسية الأرضية ولها مسار شيوع واضح مع دورة البقع الشمسية. ويرجع السبب فى الضوء القطبى إلى الإشعاع الجسيمى من الشمس، حيث تتغير مسارات جسيماته المشحونة جزئيا فى المجال المغناطيسى الأرضى. وفى أثناء دخولها إلى جو الأرض العلوى فإنها تُؤين الغاز وتثيره لدرجة الإضاءه.

ضوء المحاق أو ضوء الأرض

earth shine on the moon
lumjère coudrées *(sf)*
aschgraues Mondicht *(sn)*

هو إضاءة بسيطة على الناحية الليلية من القمر تظهر قبل وبد ميلاده نتيجة للأشعة الساقطة على سطحه بعد إنعكاسها من الشمس على سطح الأرض، ← أوجه القمر.

ضوء المساء

night sky light
lumière de ciel nocturne *(sf)*
Abendlicht *(sm)*, **Nachthimmellicht** *(sn)*

هو الإضاءه الدائمة للمساء أثناء الليل، **والتى** ترى أيضا فى الليالى غير القمرية وبعيدا **عن المدن** بضوئها المتشتت، يبلغ لمعان ضوء المساء لكل درجة مربعة مقدار ما عليه نجمين إلى أربع نجوم من القدر الخامس (ويختلف هذا حسب النطاق الطيفى). يشاهد فى الطيف، بجانب الطيف المستمر، خطوط إنبعاث وحزم لذرات وجزئيات الأكسجين (على سبيل المثال الخطوط الضوئية الحمراء والخضراء)، والنيتروجين والصوديوم (خطى ـ **D**) ويأتى الضوء بنسبة تصل من ٢ إلى ٤٠٪ من منابع أرضية، وبالتحديد من مجموع النجوم المرئية وغير المرئية ومن

إمتداد الضوء البروجى . وعلى النقيض من ذلك تنشأ الإنبعاثات من إشعاع ذاتى للغلاف الجوى الأرضى . فغازات جو الأرض تظل تتأين وتتفكك طوال النهار بواسطة الإشعاع الشمسى ، وفى أثناء الليل تتحد (أى التأين والتفكك ثانيه) وتنبعث بذلك الطاقه التى تم تخزينها على شكل طاقة تأين وطاقة تفكك . تقدر إرتفاعات هذه الظواهر الضوئيه (وتختلف من خط طيفى إلى آخر) بحوالى من ٧٠ إلى ١٠٠٠ كم . وفى الطبقات الجويه الدنيا يحدث تشتت لكل الخطوط الطيفيه . وكل من طيف وشدة ضوء المساء ليس ثابتا فى كل من الزمان أو المكان . فقد أمكن التحقق من وجود تغيير فيهما مع النشاط الشمسى . وليس هذا غريبا لأن شدة الإشعاع فوق البنفسجى ، القوى التأثير على التأين ، تتغير مع النشاط الشمسى بدرجة كبيره . وتتسبب التقويه الشديده للإشعاع الذاتى من جو الأرض (من دخول الغبار البين كوكبى) فى ظاهرة ← القصاصات المضيئه .

ضوء المساء الرئيسى

principal night sky light
lumière principeaux de ciel nocturone *(sf)*
Abendhauptlicht *(sn)*

هو جزء من ← الضوء البروجى .

ط

طائر الجنه أو طائر الفردوس

Apus, Aps *(L)*
apus
oiseaus de paradis *(sm)*
Paradiesvögel *(sm)*

كوكبة قريبه من القطب الجنوبى للكره السماويه ، أى لا تُرى من خطوط عرض البلاد العربيه .

الطاقه

هى عباره عن كمية الشغل المخزون أو قدرة نظام

energy
énergie *(sf)*
Energie *(sf)*

طبيعى على القيام بشغل ما وهناك صور مختلفة للطاقه :

(١) **طاقة الحركه** وتعطى كمية الشغل المبذول لإيقاف جسم متحرك . وتزداد طاقة الحركة E_k بزيادة كل من كتلة الجسم m ومربع سرعته v^2 ؛ $E_k = \frac{1}{2} m v^2$

(٢) **طاقة الوضع** وهى الشغل الذى يلزم لإبعاد جسم عن آخر تحت تأثير جاذبية الأخير . وهذا الشغل يكون بمثابة طاقة وضع فى داخل الجسم فى وضعه الجديد . ولو أننا تركنا الجسم للحركه تحت تأثير الجاذبيه فإن طاقة الوضع تتحول إلى طاقة حركة .

(٣) **الطاقة الحراريه** هى طاقة الحركة الغير منتظمه والتى تصنعها ذرات وجزيئات جسم ما . وتكون هذه الحركة سريعه كلما كانت درجة الحراره عاليه .

(٤) **طاقة الإثاره** يتطلب رفع إليكترون فى ذرة ما من مستوى طاقه أقل إلى مستوى طاقة أعلى إعطاء فرق الطاقه عن طريق صدمات أو طاقه إثاره . وإذا ما عاد الإليكترون إلى المستوى الأول ثانيه فإن هذه الطاقه تخرج فى صورة فوتون ضوئى (← الإثاره) .

(٥) **طاقة التأين** هى ما يلزم إعطاءه لذرة ما من طاقة كى ينفصل منها إليكترون ، ← التأين .

(٦) **طاقة الإشعاع** فى حالة الإشعاع تكون الفوتونات الضوئيه هى حاملة الطاقه . وتتناسب طاقة التأين E التى يحملها فوتون مع ذبذبته لها (أو عكسيا مع طول موجته λ ؛ $\lambda = c/\lambda$ ؛ C هى سرعة الضوء) : وكعامل تناسب يدخل ثابت بلانك h . وعلى وجه التحديد فإن : $E = h.V = h^c/\lambda$

أى أن فوتونات الضوء البنفسجى (λ قصيره) غنية بالطاقه عن فوتونات الضوء الأحمر (λ طويله) .

ويمكن أن تتحول الأنواع المختلفه للطاقه إلى بعضها البعض . فعند فرملة جسم متحرك (على سبيل المثال نيزك) فى الهواء فإن طاقة حركته تتحول إلى طاقات حرارية وتأين وإثاره لجزئيات الهواء . وفى أثناء إنكماش نجم تتحول طاقة الوضع إلى طاقة حراريه لمادة النجم وطاقة إشعاع . كذلك يمكن أن تتحول الكتله إلى طاقه حسب نتائج الطبيعه الحديثه (قاعدة التكافؤ ، ← النظريه النسبيه) . ويحدث ذلك على سبيل المثال أثناء ← إنتاج طاقة النجوم . وفى هذا ينطبق : $E = mc_2$

تتخذ كوحدة قياس للطاقه الوحدات المختلفه للشغل ، مثل الجول ، والوات . ثانيه ، والإرج . وتعطى كل من طاقة التأين والإثارة فى الغالب بالإليكترون فولت ، أى بطاقة الإليكترون عند إسراعه بجهد يساوى فولت واحد .

طاقة الإثارة

excitation energy
énergie d'exeitation *(sf)*
Anregungsenergie *(sf)*

← الطاقه .

طاقة الإشعاع

radiation energy
énergie de rayonnement *(sf)*
Strahlungsenergie *(sf)*

← الطاقه .

طاقه التأين

ionisation energy
ionisation *(sf)*
Ionisationsenergie *(sf)*

← الطاقه

الطاقه الحراريه

thermal energy
énergie thermique *(sf)*
thermische Energie *(sf)*

← الطاقه

طاقة الحركة

kinetic energy
énergie cinitique *(sf)*
kinetische Energie *(sf)*

← الطاقه .

طاقة الوضع

potential energy
énergie potentielle *(sf)*
potentielle Energie *(sf)*

← الطاقه .

طالع

ascendant
ascendant *(sm)*
Ascendant *(sm)*, **Nativität** *(sf)*

← أحدى إصطلاحات ← التنجيم .

الطاووس

Pavo, Pav *(L)*
peacock
paon *(am)*
Pfau *(sm)*

إحدى كوكبات نصف الكره السماويه الجنوبى . ويُرى الجزء الشمالى منها فقط فى خط عرض القاهره بينما تشاهد الكوكبه كلها فى السودان وجنوب الجزيره العربيه .

طبقة درجه الحراره

tempreture gradient
gradient de température *(sm)*
Temperaturechichtung *(sf)*

هى التغير الحادث فى درجة الحراره مع إرتفاع الطبقه ، على سبيل المثال فى غلاف جوى نجمى أو فى داخل النجم .

طبقه - D

D - layer
région - D *(sf)*
D - Schicht *(sf)*

إحدى طبقات ← الغلاف الجوى الأرضى .

طبقة - E

E - layer
région - E *(sf)*
E - Schicht *(sf)*

إحدى طبقات ← الغلاف الجوى الأرضى .

طبقة - F

F - layer
région - F *(sf)*
F - Schicht *(sf)*

إحدى طبقات ← الغلاف الجوى الأرضى .

طرف القرن

extensions of the cresent of Venus
allongement des cornes de Vénus *(sm)*
Hörenspitze *(pf)*

هما طرفا الهلال المضئ من كوكب ← الزهرة .

الطريق اللبنى

milky way
voie lactée *(sf)*
Milchstrase *(sf)*

تماما مثل ← سكة التبانة .

طريقة البوتاسيوم والأرجون

potasium - argon method
méthode de potasium - argon *(sf)*
Kalium - Argon Methode *(sf)*

هى طريقة ← لتحديد عمر النيازك ويطلق على ما ينتج منها عمر البوتاسيوم آرجون .

طريقة التشيد الألمانية للمناظير

german mounting
monture allemande *(sf)*
deutsche Montierung *(sf)*

إحدى نظم تشيد ← المنظار .

طريقة التشيد الإنجليزية للمناظير

english mounting
monture anglaise *(sf)*
englische Montierung *(sf)*

إحدى نظم تشيد ← المنظار .

طريقة تشيد المناظير على شوكة

fork mounting
monture à fourche *(sf)*
Gabelmontierung *(sf)*

إحدى نظم تشيد ← المنظار .

طريقة الإستراتشيوم

strontium method
méthode de strontium *(sf)*
Strontium - Methode *(sf)*

هى إحدى طرق ← تحديد العمر .

طريقة الرصاص

lead method
méthode de plomb *(sf)*
Blei Methode *(sf)*

هى إحدى طرق ← تحديد العمر للصخور الأرضية .

طريقة صدى الراديو

Radio - Echo method

هى طريقة لدراسة الأجسام الفلكية بواسطة تكنولوجية صدى الراديو (الرادار) وفى ذلك ينبعث من المرسل ، جهاز رادار (يمكن أيضا إستعمال منظار راديوى) نبضات قصيرة الموجة ثم يتم إستقبال الصدى المنعكس على الجسم المراد فحصه . ونجد هذه الطريقة تطبيقا فى أرصاد ← النيازك . وقد أتت هذه الطريقة بنتائج جديدة . وهناك مجال بحث آخر لها فى دراسة كل من الشمس والقمر والكواكب الأخرى القريبة . فمن الزمن الذى تقطعة النبضة الراديوية ذهابا وإيابا يمكن إستنتاج بعد هذا الجسم السماوى . تبلغ الفترة الزمنية بين الإرسال والإستقبال فى حالة القمر ٢,٥ ثانية . ودقة هذه الطريقة أعلى بكثير من الطرق الأخرى . ومما يؤسف له أن الصدى يصلنا مختلف الشكل ، ويرجع ذلك من ناحية إلى الجرم السماوى نفسه ومن ناحية أخرى إلى حقيقة أن مناطق كبيرة من سطحه تشارك فى عملية الإنعكاس . ويمكن كذلك الحصول بهذه الطريقة على معلومات عن تضاريس السطح ودوران الكواكب . فمثلا أمكن بواسطة طريقة صدى الراديو تعيين زمن دوران كل من عطارد والزهره بدقة .

طريقة الكالسيوم والأرجون

Calcium - argon method
méthode de calcium - argon *(sf)*
Kalzium - Argon Mathode *(sf)*

إحدى طرق ← تحديد العمر .

طريقة الهليوم

helium method
méthode d'Helium *(sf)*
Helium Methode *(sf)*

إحدى طرق ← تحديد العمر .

الطفح الشمسى

solar flare
flare solaire *(sf)*
Sonneneruption *(sf)*

هو الزيادة السريعة والقصيرة الزمن فى لمعان منطقة محدودة من كروموسفير الشمس (**الوميض الكروموسفيرى**) . يعتمد طول فترة الطفح الشمسى على إتساعه : فكلما كانت منطقة الوميض واسعة كلما طال عمرها . وعمر الطفح فى المتوسط بين ١٠ ، ٩٠ دقيقة . ويحدث بعد إرتفاع سريع هبوط بطئ فى اللمعان . ينشأ الطفح على مناطق الشمس التى تظهر فيها المشاعل والبقع الشمسية وفى الغالب بين البقع الأساسية فى حالة مجموعات الكلف الكبيرة . يمثل الطفح الشمسى ظاهرة بذاتها فى تطور مركز النشاط (← النشاط الشمسى) . وعلى ذلك فإن شيوع هذه الظاهرة يتبع دورة البقع الشمسية . ويقدر عدده من ٥ إلى ١٠ طفحة فى اليوم ومعظمها صغير جدا . ويمكن أن تظهر عديد من الطفحات متعاقبة فى مجموعة بقع شمسية . ويحتل الطفح الكبير حوالى $\frac{١}{١٠٠٠}$ من المساحة المرئية للشمس . ويُرى الطفح على أوضح حال فى صور الشمس الطيفية فى خط H_α ، حيث يشاهد على حافة الشمس كلمعان وإمتداد ضحل للكروموسفير داخل الكورونا الشمسية . وفى غالب الأحيان يكون الطفح الكبير على وجه الخصوص مصحوبا بقذف من مادة الكروموسفير أى ← نتوءات شمسية إضطرابية .

يوجد فى طيف الطفح الشمسى خطوط إنبعاث ، على سبيل المثال ، لكل من الهيدروجين والكالسيوم والهليوم ، ويزداد كثيرا إشعاع الطفح الشمسى فى النطاق فوق البنفسجى ونطاق أشعة رونتجن بدرجة يزداد معها الإشعاع الكلى للشمس فى هذه المناطق الطيفية . يظهر ذلك واضحا على الأرض فى التأثير القوى على الأيونوسفير . وفى أثناء الطفح الشمسى تحدث إضطرابات إشعاعية قوية فى الذبذبات الراديوية وفى نطاق أشعة رونتجن . وينتمى أيضا إلى ظاهرة الطفح الشمسى إشعاع الإليكترونات والبروتونات والأيونات الثقيلة وجزء منها عال الطاقة نسبيا . وفى أثناء دخول جو الأرض فإن الجسيمات منخفضة الطاقة تتسبب فى حدوث عواصف مغناطيسية وأضواء قطبية . أما الجسيمات عالية الطاقة ، التى تنشأ مع الطفح الشمسى الكبير فيتم تسجيلها كأشعة كونية شمسية قوية .

ولاتزال الأسباب الفيزيائية وراء ظهور الطفح الشمسى غير معروفة حتى الآن .

الطواف القطبية

polar caps
callottes polaires *(pf)*
Polkappen *(pf)*

هى مناطق لامعة حول قطبى ← المريخ .

الطوسى

Al Tusi *(A)*

هو نصير الدين الطوسى المولود فى طوس عام ١٢٠١ والمتوفى فى بغداد عام ١٢٧٣ وأحد الأفذاذ القلائل فى عصره . وأحد الحكماء المشار إليهم بالبنان ، حتى لُقِّب بالعلاَّمة . عينه هولاكوخان ، حفيد جنكيزخان ، وزيرا له فاستغل الطوسى الأموال التى تحت تصرفه وأنشأ مكتبة ومرصد . وجهز المرصد بآلات لم تكن معروفة عند الفلكيين من قبل ، كما جمع فيه أعيان العلماء . وبذلك إستطاع إخراج مؤلفاته وجداوله الفلكية « الزيج الخانى » التى كانت مصادر معتمد عليها فى أوربا . ومن مؤلفاته يتضح ما أدخله من إضافات هامة . فقد تمكن من تعيين تبادر الاعتدالين بمقدار ١٥ً ومن إستنباط براهين جديدة لمسائل فلكية عويصة . وإنتقد كتاب الماجسطى وألف كتبا قيمة فى الرياضيات .

وتقديرا للطوسى تم إطلاق اسمه على إحدى المناطق على الجانب الآخر من سطح القمر .

الطول

longitude
longitude *(sf)*
Länge *(sf)*

الطول فى الفلك هو أحد الإحداثيات فى كل من نظام الإحداثيات البروجى والمجرى . والطول البروجى عبارة عن الزواية بين نقطة الربيع ونقطة تقاطع دائرة الطول البروجية الكبرى التى تمر بالنجم مع دائرة البروج . ويقاس هذا الطول البروجى بالدرجات فى إتجاه حركة الشمس السنوية الظاهرية (الشكل ، ← الإحداثيات) والطول المجَّرى هو الزواية بين إتجاة مركز المجره وبين نقطة تقاطع دائرة الطول المجَّريه الكبرى التى تمر بالنجم مع دائرة الإستواء المجَّرى . (وعن القياسات القديمه للأطوال المجِّرى ، ← الإحداثيات) .

أما الطول الجغراف فهو المسافة الزاوية المقاسة على خط الإستواء بين خط زوال المكان وبين خط زوال نسبى ، خط زوال جرنيتش . ويقاس الطول الجغراف بالدرجات إما من صفر إلى ٣٦٠ درجة فى إتجاة الشرق أو فى كل من إتجاة الشرق والغرب من صفر إلى ١٨٠ درجة وعن تعيين الطول الجغراف ، التحديد الجغراف للمكان .

الطول الموجى المكافئ

isophitic wave length
longeur d'onde isophotique *(sf)*
isophote Wellenlänge *(sf)*

هو طول موجة مركز ثقل الطاقة للإشعاع الفعال فى قياس اللمعان . ولما كانت النجوم تظهر بلمعان مختلف حسب إختلاف النطاق الطيفى فإن اللمعان المقاس يختلف أيضا حسب المنطقة الطيفية المستخدمة ويمكن تحديد مناطق القياسات عن طريق أطوال موجية مكافئة . وتتوقف فعالية الشعاع الضوئى فى الجهاز المستقبل ، اللوح الفوتوغراف أو الخلية الإليكترونية مثلا ، على العوامل التالية : دالة النفاذية الطيفية فى جو الأرض ، والبصريات والمرشحات وحساسية المُستَقْبِل ثم توزيع شدة الضوء فى الطيف .

الطوقان

Tucana, Tuc *(L)*

هى كوكبة ← الحمامة .

الطور

Phase

هو شكل الجزء المرئى من الأجسام السماوية التى لاتضئ بذاتها . ويتم تغيير الأطوار بسبب التغيير فى الأوضاع النسبية لكل من الشمس والأرض والجسم المُضاء . وتسمى الزواية المحصورة بين كل من إتجاه هذا الجسم المُضاء وكل من الشمس والأرض **بزواية الطور** وزاوية الطور ليست كثيرة الإستعمال فقط بالنسبه للقمر (أطوار القمر) وإنما أيضا للكواكب الداخلية عطارد و ← الزهرة .

الطيف

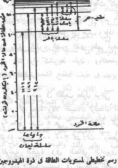
spectrum
spéctre *(sm)*
Spektrum *(sn)*

هو تتابع للأطوال الموجيه (أو الذبذبات) من إشعاع كهرومغناطيسى . ويتكون ذلك الإشعاع من خليط موجى مختلف الأطوال . ويمكننا عن طريق ← جهاز طيفى تكوين سلسلة متصلة من إشعاعات كثيرة كل منها له طول موجى بذاته . حينئذ نقول بأن الشعاع قد « تحلل طيفيا » « أو تحلل إلى طيف » فإذا ما حللنا ، على سبيل المثال ، الضوء الذى يظهر أبيضا امام العين ، فإننا نراه كشريط ملون . وبالتحديد كتتابع للألوان الطيفية .

يمكن تميز كل موضع فى الطيف بطول موجى معين أوذبذبة ν معينة وكلا القيمتان ترتبطان معا بالعلاقة $\nu = c/\lambda$ حيث c هى سرعة الضوء التى تبلغ فى الفراغ حوالى ٣٠٠ ٠٠٠ كم / ث . وتعطى الأطوال الموجية الكبيرة (فى النطاق الراديوى) بالسنتيمتر أو بالمتر ؛ بينما يستعمل فى الموجات القصيرة جدا وحدة الأنجستروم = ١٠$^{-٨}$ سم ، أو النانومتر ، ١ نـــــــانومتر= ١٠$^{-٩}$ متر= ١٠ أنجستروم .

ويستخدم الهرتز كوحدة للذبذبة (١ هرتز = ذبذبة فى كل ثانيه) ، بينما يستخدم للذبذبات العاليه الميجاهرتز (١ ميجا هرتز = مليون هرتز) . تقل طاقة الضوء كلما إتجهنا إلى الأطوال الموجية الأطول ؛ $E = h\gamma = h\,c/\lambda$: حيث h عباره عن كم بلانك الفعال h = ٦٫٦٢٦ × $١٠^{-٢٧}$ إرج . ث .

يزداد الطول الموجى فى النطاق الطيفى البصرى من البنفسجى إلى الأحمر وبالتحديد من ٤٠٠٠ أنجشتروم حتى حوالى ٨٠٠٠ أنجشتروم (من ٤ × $١٠^{-٥}$ حتى ٨ × $١٠^{-٥}$ سم) ، بينما تقل الذبذبات فى نفس الإتجاه . ولا نرى الأشعه الكهرومغناطيسيه الأطوال أو الأقصر من ذلك فى طول موجتها وإن كانت أجزاء منها تعتبر من الضوء بمعناه العام . وعلى ناحية الأطوال الموجبه القصيره ، أى الموجات البنفسجيه يتصل النطاق فوق البنفسجى حتى حوالى ١٠٠٠ أنجشتروم ($١٠^{-٥}$ سم) . ثم يأتى بعد ذلك نطاق أشعة رونتجن حتى ٠٫٠١ أنجشتروم ($١٠^{-١٠}$ سم) . أما من ناحية



(١) رسم تخطيطى لمستويات الطاقة فى ذرة الهيدروجين . وقد إدرجت الطاقة بالإليكترون فولت (١٫٦ × $١٠^{-١٢}$ إرج) ويوضح الشكل إنتقالات أولى خطوط المجموعات المعروفة إنبعاثا ( ) أو إمتصاصا ( ) .

الموجات الطويله أى ناحية الأحمر ، فيتصل بالنطاق البصرى نطاق الأشعة تحت الحمراء حتى بضع $١٠^{-٢}$ سم ثم يأتى نطاق الموجات الراديوية (← الاشعاع الراديوى) ، قارن أيضا شكل ٣ .

وحسب مظهر الطيف فإننا نميز بين الطيف المستمر والطيف الخطى وكذلك الطيف الحِزَمى ، وإن كان من الممكن وجود هذه الأنواع جميعها فى نفس الوقت وفى نفس الطيف .

(١) **الطيف المستمر** : يكون لمنبع ضوئى ما طيف مستمر أو بإختصار **إستمرار** عندما يكون الطيف مكونا من شريط عديم الفجوات من كل الموجات الطيفيه . ويتم إشعاع الطيف المستمر ، على سبيل المثال ، من جسم صلب ساخن فتنبعث إشعاعات كهرومغناطيسية من الذرات التى ينتقل فيها إليكترون من مستوى طاقه E_1 إلى مستوى أوطى E_2 . وذبذبة الضوء المنبعث تُعطيها العلاقه : $E_1 - E_2 = h\gamma$. وحتى ينشأ من ذلك طيفا مستمرا لابد أن يأخذ أيا من E_1 أو E_2 أو كلاهما قيما متتابعه . وهذا ممكن بالنسبه للإليكترونات الطليقه . من هنا تنشأ أطيافا مستمره للإنتقالات الحره ـ حره والحره ـ مقيده (← تركيب الذره) . فى الحاله الأولى تُشع الإليكترونات جزءا من طاقة حركتها فى المجال الكهربائى للأيونات . وفى الحالة الثانيه يتم إشعاع طاقتى التأين والحركة عند إقتناص إليكترون بواسطة أيون . أما فى حالة الأجسام الصلبه فإن التتابع المستمر يأتى من فروق الطاقة الممكنه ـ وبالتالى من ذبذبات إشعاعيه ـ وذلك بأن تتسع مستويات طاقة الإليكترون بفعل الذرات المحيطه إلى شرائط وفى حيز غازى كثيف ومتسع ـ على سبيل المثال فى داخل النجوم ـ فإن للاشعاع دائما طيف مستمر . ويمكن تعليل ذلك من حقيقية زيادة كفاءة إمتصاص الماده بزيادة كفاءة إشعاعها : فى نطاق طيفى ضيق تشع فيه الذرات الموجوده بشده ، أى فى المكان الذى نتوقع

فيه خطوط إنبعاث قويه بدلا من الإستمرار الضعيف فى شدة الطيف ، نجد أن كفاءه الإمتصاص أيضا كبيره . من هنا فإن طيف هذه الموجات لا يمكن أن يكون مصدره إلا المناطق المحيطه التى يُعطى التحليل الطيفى تركيبها الكيماوى . وفى المناطق الطيفيه الأخرى ذات كفاءه الإنبعاث المنخفضه ، تكون كفاءه الإمتصاص أيضا منخفضه . لذلك فإن ضوء مثل هذه الموجات يمكن أن يأتى من المناطق البعيده إلى المنطقه تحت الإختبار . أى أن الإنبعاث القليل يتكافأ مع ما يتجمع من إمتصاص من المناطق الأخرى ذات الحيز الأكبر . وعلى النقيض من هذه الظروف التى تحدث فى داخل النجوم فإن الظروف مختلفه على سطوح النجوم : فالتكافؤ لا يمكن أن يحدث هنا ، لأن الحيز الذى تحتله الماده محدود . ويراعى أن إصطلاحات الغازات « الكثيفه جدا » ، والممتده جدا (الواسعه جدا) » ترجع إلى إمتداد هذه الغازات إلى أكبر بكثير من طول المشوار الحر للكم الضوئى بين إنبعاثه وإمتصاصه : أى يلزم أن تكون الطبقات سميكه (← العمق الضوئى) .

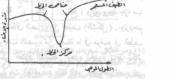
ويبعث الجسم الموجود فى حالة تعادل حرارى دائما بطيف إستمرار تكون فيه توزيع شدة الاضاءه للموجات المختلفه ، أو بإختصار توزيع شدة الطيف ، غير معتمدة على التركيب الكيماوى للجسم . فى هذه الحالة يحدد ← قانون الاشعاع لبلانك توزيع شدة الطيف . ومثل هذه الإشعاعات تسمى بالإشعاعات السوداء ، وتزاح فيها الشدة القصوى دائما ناحية الموجات الأقصر مع الإرتفاع فى درجة الحراره .

(٢) الطيف الخطى : عند تسخين الغازات الغير واسعه أو الرقيقه ، أى عند إثارتها ، ينبعث منها **طيف إنبعاث** ، يتكون من عدد من الخطوط المنفصله والمحدده . أى أن الضوء الكلى الغير متحلل يتكون من بضع خطوط طيفيه . ومثل هذه الأطياف تنبعث على سبيل المثال من السدم الغازيه أو الانبعاثيه . أما إذا كان هناك منبعا ضوئيا ساخنا محاط بغاز أبرد منه فهنا ينشأ طيف إمتصاص ، أى تظهر فى الطيف المستمر وفى مناطق ذات أطوال موجيه معينه خطوط داكنه ، تكون فيها شدة الإضاءه أقل كثيرا عما حولها . وبذلك يمتص الغاز البارد الخطوط الطيفيه التى كان من الممكن أن تنبعث منه فى حالة إثارته .

تسمى خطوط الإمتصاص وخطوط الإنبعاث معا **خطوط الطيف** أو بإختصار خطوط . ولكل عنصر كيماوى خطوط معينه تميزه عن غيره من العناصر ، وتعتمد على مجالات الطاقة الممكنه (المستويات) للإليكترونات داخل الحالة الذرية (← تركيب الذره) . فى داخل الهاله يمكن أن يتواجد الإليكترون فوق إحدى المستويات المحدده فقط . لذلك يمكن أثناء هذه الإنتقالات ، المقيده ـ مقيده ، إنبعاث أو إمتصاص إشعاعات ذات ذبذبات محدده ، $\nu = \frac{E_1 - E_2}{h}$ ، حسب فرق الطاقه $(E_1 - E_2)$. وتحدث خطوط الامتصاص عند الإنتقال من مستوى إلى مستوى أعلى منه ، أما خطوط الإنبعاث فتحدث عند الإنتقال من مستوى إلى مستوى أقل منه فى الطاقه . ويمكن تقسيم خطوط ذره إلى **سلاسل** ، يميز كل منها مستوى سفلى معين . فى حالة الهيدروجين تعطى الإنتقالات من وإلى حالة الخمود سلسلة ليمان وتسمى خطوطها ليمان ـ α ، ليمان ـ β ... وهكذا أو بإختصار L_α ، L_β . وتوجد هذه السلسله فى النطاق فوق البنفسجى من الطيف . أما الخطوط التى تحدث نتيجة للأنتقال من أو إلى المستوى الأعلى من ذلك فتعطى سلسلة بالمر التى تُعرف خطوطها بإختصار H_α ، H_β ... الخ ، والتى يوجد جزء منها فى النطاق البصرى من الطيف (الشكل) . وتزدحم الموجات القصيره من سلسلة ما فى موضع فى الطيف يسمى **حدود السلسله** . وهذه الحدود تناظر تكاثر مستويات الطاقه عند طاقة التأين . ويناظر الضوء ذى الطول الموجى الأقل أى الطاقه

الأكبر (h.v) الإنتقال من حالة مقيده إلى حالة حره . أى أنه يتصل بحدود السلسله **طيف إستمرار حد السلسله** الذى ينبعث ضوءه أثناء إستئناف الإتحاد ، كما يؤدى إمتصاصه إلى تأين . ومن بين ما تعتمد عليه شدة الخطوط إحتمال الإنتقالات ، التى لابد من حسابها على أساس نظرية الكم . وهذه الإحتمالات صغيره لمعظم الإنتقالات بدرجة تجعلنا نطلق على ما ينتج منها من خطوط إصطلاح خطوط ممنوعه . والخطوط الممنوعه لا تنبعث فى الحال العاديه ، أى فى المعمل ، إلا أنها تحدث وبشده فى الظروف المتطرفه (← تركيب الذره ، ← غاز ما بين النجوم) .

فى الوقت الذى يعطى فيه شدة خط إنبعاث كمية طاقة الإشعاع فى هذا الخط فإن **عرض الخط** يعطى حجم النطاق الطيفى التى توزعت عليه هذه الطاقه وبالفحص الدقيق يتضح أن الخطوط ليست متناهية فى ضيقها وإنما تأخذ نطاق طيفى صغير . على أن شدة الخطوط تقل كلما بعدنا عن **مركز الخط** ناحية **جناحى الخط** . أى أنه فى حالة خطوط الإمتصاص تزداد شدة الإشعاع كلما إتجهنا ناحية الأجنحه (الشكل) . ويسمى هذا **بكنتور الخط** ويعتمد على الحالة الفيزيائيه للغاز المسبب للإمتصاص أو الإنبعاث . لكل خط طيفى إتساع طبيعى يعتمد على تركيب المستوى الذى يشارك فى الإنتقال ، فكلما قصر عمر المستوى (← تركيب الذره) كلما إزداد عرض الخط . وتحدث زيادة كبيره فى عرض الخط نتيجة



(٢) رسم تخطيطى لشكل خط إمتصاص طيفى .

لعوامل أخرى ترجع إلى الذرات المحيطة وبالتالى تعتمد على ضغط وكثافة الغاز (إستعراض الضغط) . وينتمى إلى ذلك على سبيل المثال الإبطاء الإصطدامى : إذ أنه نتيجة لإصطدام ذرات بأخرى يقل العمر المتوسط للمستويات وبالتالى يزداد عرض الخط . ونتيجة ← ظاهره دوبلر الحراريه ينشأ إستعراض دوبلر ، الذى يعتمد على درجة حراره الغاز : فأثناء الحركة الحراريه غير المنتظمه تقترب منا دائما بعض الذرات الماصه أو الباعثه بينما تبتعد عنا ذرات أخرى . من هنا تُمتص أو تنبعث موجات على جانبى وسط الخط . وتأتى زيادة أخرى فى عرض الخطوط الطيفيه نتيجة لظاهره دوبلر بسبب دوران النجوم ، على شكل تراكم للإزاحه الحمراء على الجانب الذى يبتعد عنا من النجم وللإزاحه الزرقاء على الجانب المقترب منا . وهناك زيادة أيضا فى العرض من إنغلاق غير تام فى الخطوط مرجعه كل من ← ظاهرة شتارك و ← ظاهرة زيمان .

وتنشأ **إزاحه خطيه** ، أى تغيير فى طول موجه الخط كله نتيجة لظاهرة دوبلر وذلك عندما تتغير المسافه بين مصدر الضوء والمشاهد . فعند الإقتراب تنزاح الخطوط ناحية الموجات الأقصر (الإزاحه البنفسجيه أو الزرقاء) . وهناك إزاحه خطيه أخرى هى الإزاحه الحمراء النسبيه التى تتنبأ بها ← نظرية النسبيه العامه .

(٣) الطيف الحزمى : ويرجع سببه إلى الإشعاع أو الأمتصاص من جزيئات ثنائيه أو عديده الذرات . والطيف الحزمى أعقد بكثير من الطيف الخطى للغازات أحادية الذرات ، حيث تتداخل التغييرات فى طاقة الإليكترونات مع التغيير فى ذبذبات الجزيئات ودورانها بالنسبه لبعضها أو حول بعضها ومن هنا ينشأ عدد كبير من الخطوط المتقاربه جدا تظهر على شكل حزام عريض . ويحدث الطيف الحزمى على سبيل المثال فى حالة النجوم البارده نسبيا وفى حالة المذنبات .

بعتبر تصوير طيف الأجرام السماوية، رغم صعوبته، من الواجبات الهامة جدا فى الفلك. فمن ← التحليل الطيفى نستطيع الحصول على إيضاحات للتركيب الكيماوى والحالة الفيزيائية للمادة الغير أرضيه. ويمثل تأثير الإمتصاص فى ← الغلاف الأرضى الجوى عائقا كبير للأبحاث الطيفيه. فهذا الغلاف منفذ فقط فى نطاقات موجية ضيقة نسميها «النوافذ» (الشكل). وتصل النافذة الضوئية على الجانبين إلى أكثر من الضوء المرئى. وتمتص الإشعاعات قصيره الموجة فى الغلاف الجوى الأرضى. ويمكن مشاهدة الإشعاع الطيفى ذى الموجات الأقصر من ذلك بواسطة الصواريخ أو الأقمار الصناعية، من خارج الغلاف الجوى الأرضى، وذلك حتى نطاق أشعة رونتجن. وفى الأجزاء طويلة الموجة من الطيف، تحت الأحمر، فإننا نستغل نطاقات طيفيه ضيقه يكون فيها فعل الإمتصاص أقل من المناطق المحيطة أو نستعمل البالونات، العالية فى الأرصاد الطيفية. والنافذة الراديوية، أى النطاق المنفذ من الطول الموجى حوالى ١ مم إلى ٢٠ م، تستخدم الفلك الراديوى. ومن الطبيعى أن تعتمد معظم معلوماتنا عن تركيب النجوم أساسا على الأرصاد فى النطاق الضوئى، الضيق جدا بالنسبة للطيف الكلى. ويتضح من الأطياف الكثيرة جدا للنجوم ملامح وخصوصيات. وحتى نحصل على نظام معين لهذه الأطياف ثم عمل تقسيم طيفى، أى تقسيم أطياف النجوم فى شكل تبعا ← لأنواع طيفية محددة.

طيف الإمتصاص

absorption spectrum
spéctre d'absorption *(sm)*
Absorptionsspektrum *(sn)*

طيف موجود به خطوط معتمه فوق الطيف المستمر.

الطيف الإنبعاثى

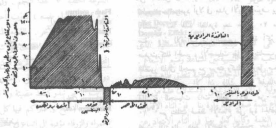
emission spectrum
spectre demission *(sm)*
Emissionsspektrum *(sn)*

هو ← طيف مكون من خطوط إنبعاث.

الطيف الحزمى

band spectrum
spéctre de bande *(sm)*
Bandenspektrum *(sn)*

هو ← طيف مصدره جزيئات عناصر أو مركبات.



(٣) المناطق الهامة فى الطيف والإرتفاع (بالكيلو مترات) فى الغلاف الجوى الأرضى الذى يبلغه الإشعاع القادم عموديا من الفضاء الخارجى دون أن تزداد نسبه إستعاده عن ٣٧ فى المائة.

طيف الجزيئات

molecular spectrum
spéctre moléculaire *(sm)*
Molekülenspektrum *(sn)*

هو ← الطيف الحزمى .

الطيف الخاطف

flash - spectrum
spéctre - éclair *(sm)*
Flaschspektrum *(sn)*

هو ← طيف الفلاش .

الطيف الخطى

line spectrum
spéctre de raies *(sm)*
Linienspektrum *(sn)*

← الطيف .

الطيف الشريطى

band spectrum
spéctre de bande *(sm)*
Bandenspektrum *(sn)*

هو ← الطيف الحزمى .

طيف الشمس

solar spectrum
spéctre solaire *(sm)*
Sonnenspektrum *(sn)*

← الشمس .

طيف الفلاش

Flash - spetrum
spéctre - éclair *(sm)*
Flaschspetrum *(sn)*

هو طيف الكروموسفير ، الذى يظهر لفترة قصيرة أثناء كسوف ← الشمس .

الطيف المستمر

continuum
continuum *(sm)*
Kontinuum *(sn)*

← الطيف .

الطيف المستمر عند حدود سلسلة من الخطوط الطيفية

series limit continuum
continuum a limit de la serie *(sm)*
Seriengrenzkontinuum *(sn)*

← الطيف .

ظ

ظاهرة بوينتنج ـ روبرتسون

Poynting - Robertson effect
effet - Poynting - Robertson *(sm)*
Poynting - Robertson Effekt *(sm)*

هى ظاهرة نقص سرعة جسم صغير يدور حول الشمس وذلك نتيجة إمتصاصه للأشعة الشمسية وإعادة إشعاعها فى جميع الإتجاهات . ويمكن توضيح هذه العملية كالآتى : يمكن تمييز الكم الضوئى بكتلة تتناسب مع طاقته وقصور ذاتى متناسب مع كل من الكتلة والسرعة . وعند إعادة إشعاع الطاقة الشمسية الممتصة بواسطة الجسم فإن الكمات الضوئية تأخذ معها قصورا ذاتيا . أى أن القصور الذاتى للجسيمات يقل . ويتناسب هذا القصور الذاتى للجسم مع سرعته وكتلته . وعلى الرغم من الإشعاع فإن كتلة الجسم لا تتغير ، لأن الطاقة الخارجية قد تم قبل ذلك إكسابها من الإشعاع الشمسى . وعلى ذلك فإن نقص القصور الذاتى يؤدى إلى تقليل سرعة الجسيم . ونقص القصور الذاتى بفعل ما يتم إمتصاصه من كمات أشعة الشمس الضوئية يؤثر فقط على ضغط الإشعاع اللخارج من الشمس أى أنه لا يؤثر على السرعة العمودية للجسيم على هذا الإشعاع . ويتحرك لذلك الجسم المتأثر بظاهرة بوينتنج ـ روبرتسون مقتربا من الشمس فى مدار حلزونى . ونيزك حجرى نصف قطره ١ سم موجود أولا فى مدار الأرض سوف يرتطم بالشمس تبعا لهذه الظاهرة بعد حوالى ٢٠ مليون سنة . ويتم الإقتراب من الشمس بسرعة أكثر كلما صغرت كتلة الجسيم ، إلاجسيمات يقل . ويتناسب هذا القصور الذاتى للجسم مع سرعته وكتلته . وعلى صغرت كتلة الجسيم ، إلا أن ذلك له تحفظات ؛ فبالنسبة للجسيمات ذات القطر الأقل من حوالى $١٠^{-٤}$ سم يتغلب ضغط الإشعاع على قوة الجاذبية ، بحيث أن مثل هذه الأجسام تكتسح بعيدا عن الشمس .

وصف هذه الظاهرة « بوينتنج » فى عام ١٩٠٣ ، ثم إعتلاها الشك عدة مرات حتى أثبتها « روبرتسون » فى عام ١٩٣٧ بواسطة معادلات النظرية النسبية .

ظاهرة بلاشكو

Blashko effect
effet Blashko *(sm)*
Blashko - Effekt *(sm)*

هى عبارة عن التغيير الدورى المتعدد الذى يحدث فى معظم نجوم RR السلياق من حيث شكل المنحنى الضوئى ودورة التغيير. وقد سميت هذه الظاهرة بإسم الفلكى السوفيتى «سيرجى نيكولايفتش بلاشكى» (المولود فى عام ١٨٧٠).

ظاهرة تأثير العرض

latitude effect
effet de latitude *(sm)*
Breiteneffekt *(sm)*

هى تماما مثل ← ظاهرة القطب.

ظاهرة الحبل اللؤلؤى

Baily's beads
grains de Baily *(pm)*
Perlschnurphanomen *(sm)*

← الكسوف والخسوف.

ظاهرة جوية

meteor
météore *(sm)*
Meteor *(sm)*

← شهاب.

ظاهرة دوبلر

Doppler effect
effet Doppler *(sm)*
Doppler - Effekt *(sm)*

هى تغيير ذبذبة الموجات الاشعاعية الذى يصاحب الحركة النسبية بين المشاهد ومنبع الاشعاع. وفى مجال إنتشار الموجات الصوتية تنطبق ظاهرة دوبلر الصوتية، الأمر الذى يمكن الإستدلال عليه من تغيير إرتفاع نغمة صفير عربة مارة بنا. فى أثناء الإقتراب تبدو النغمة وكأنها تعلو بينما فى أثناء الإبتعاد عن السامع تبدو وكأنها تنخفض عن صوت السفارة فى حالة عدم التحرك.

تلعب **ظاهرة دوبلر الضوئية** فى الفلك دورا هاما. وهذه الظاهرة تعتمد على السرعة النسبية بين الراصد ومنبع الضوء. فإذا ما كان المنبع مقتربا شاهد الراصد ذبذبات أعلى عما يتم إشعاعه بالفعل، الأمر الذى يؤدى إلى إزاحة فى إتجاه الناحية البنفسجية من الطيف (إزاحة بنفسجية). أما إذا كان المصدر مبتعدا عن المشاهد فإن الأخير يستقبل موجات منخفضة فى ذبذبتها عما يتم إشعاعه بالفعل، الأمر الذى يعنى إزاحة حمراء. فإذا تمت الحركة بالسرعة v، الأقل كثيرا عن سرعة الضوء c، وفى خط البصر تماما إنطبقت القاعدة: $v=v_0\left(1 \pm \frac{v}{c}\right)$ التى تعطى الذبذبة المرصودة c من الذبذبة الأصلية v_0. وتكون الإشارة بالموجب فى حالة إقتراب مصدر الضوء وبالسالب فى حالة إبتعاده. يناظر التغيير فى الذبذبة تغييرا فى طول الموجة λ بالقيمة النسبية: $\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{v}{c}$. كذلك فإن الغازات الماصة للضوء والمتحركة بالنسبة لمصدره تتصرف كالمشاهد تماما بالنسبة لهذا المصدر فتمتص حسب إتجاه حركتها الضوء ذو الموجات القصيرة أو الطويلة بدرجة تزيد عن الغازات غير المتحركة.

وعن طريق قياسات الإزاحة الخطية، الناشئة من ظاهرة دوبلر فى طيف نجم ما، يمكن تعيين السرعة الخطية v لهذا النجم. وفى حالة دوران جرم سماوى حول نفسه، يقترب أحد جوانبه بينما يبتعد عنا الجانب الآخر. والضوء المنبعث من كلا الجانبين يظهر فى خطوط الطيف على شكل إزاحة فى إتجاهين متضادين. وبهذه الطريقة أمكن قياس سرعة دوران الشمس وحلقات زحل. أما فى حالة النجوم الثوابت، التى تبدو كنقط مضيئة ولا نرى لها أجزاءا بذاتها من السطح، فتتراكم فيها كل من الازاحة الحمراء والزرقاء مؤدية إلى إتساع فى الخط الطيفى. كما أن للنجوم المزدوجة، نتيجته للتغير الدورى فى سرعاتها الخطية، إتساعا دوريا فى خطوطها الطيفية.

على حسب درجة الحرارة فإن للذرات التى تبعث (أو تمتص) الضوء، حركات حرارية غير منتظمة.

لذلك توجد بعض هذه الذرات فى حالة إقتراب بينما الأخرى فى حالة إبتعاد عنا. ويؤدى تراكم ما ينتج عنها من ظاهرة دوبلر إلى إتساع ما تشعه هذه الذرات (أو تمتصه) من خطوط طيفية، الشيء الذى يعرف **بظاهرة دوبلر الحرارية أو إتساع دوبلر**. ويزداد إتساع الخط الطيفى كلما إرتفعت درجة حرارة المادة التى تشع (أو تمتص) هذا الخط، وذلك لأن السرعة المتوسطة للذرات تزداد بزيادة درجة الحرارة. وبهذا يمكن إستنتاج درجة الحرارة من إتساع دوبلر.

عن تفسير إزاحة الخطوط الطيفية إلى الناحية الحمراء من طيف المجموعات النجومية (الإزاحة الحمراء) بواسطة ظاهرة دوبلر، ← ظاهرة هبل، ← الكسمولوجى.

تم تسمية ظاهر دوبلر بهذا الاسم تبعا لمكتشفها العالم الفيزيائى النمسوى «كريستيان دوبلر (١٨٠٣ - ١٨٥٣).

ظاهرة زيمان

Zeeman effect
effet Zeeman *(sm)*
Zeemann Effekt *(sm)*

هى إنقسام الخطوط الطيفية كل إلى مركبات عديدة عندما توضع المادة التى تبعث بهذا الطيف فى مجال مغناطيسى. وأساس هذه الظاهرة هو تأثير المجال المغناطيسى على الإليكترونات الموجودة فى هالة الذرات والتى تتسبب فى الإنبعاث أو الإمتصاص. فتحت تأثير المجال المغناطيسى تحدث للإليكترونات حركة ترنحية تؤدى مع الذبذبة الإشعاعية إلى حدوث الإنقسام. يمكن بمعونة ظاهرة زيمان، وذلك من حجم الإنقسام الخطى، حساب شدة المجال المغناطيسى. بذلك يمكن من دراسة نجم ما إستنتاج قيمة المجال المغناطيسى الموجود فى غلاف النجم. وعندما يكون الإنقسام صغيرا جدا فقط فإن مركبات الخط تظهر غير منفصلة تماما. فى هذه الحالة تبدو ظاهرة زيمان على شكل زيادة فى عرض الخط الطيفى.

إكتشف ظاهرة زيمان الفيزيائى الهولندى «زيمان» لأول مرة فى عام ١٨٩٦. وهناك ظاهرة مناظره لتلك الظاهرة تتسبب فى إنفلاق الخطوط الطيفية بفعل المجال الكهربى عُرفت أخيرا تحت إسم ← ظاهرة شتارك.

ظاهرة شتارك

stark effect
effet stark *(sm)*
Stark Effekt *(sm)*

هى إنفلاق الخطوط الطيفية كل إلى مركبات عندما يكون المنبع الضوئى موجودا فى مجال كهربى. وأساس هذا الإنقسام للخطوط هو إنقسام مستويات الطاقة داخل الذرة التى تمتصّ أو تشع الضوء. ومن الممكن أن تنشأ مجالات كهربائية فى الغلاف الجوى للنجوم من خلال الشحنات عندما يتوفر كثير من الإليكترونات الطليقة. وتؤدى ظاهرة شتارك إلى إستعراض الخطوط الطيفية بسبب الإنفلاق غير التام. ومن هذه الزيادة فى العرض يمكن فى بعض الظروف إستنتاج كثافة الإليكترونات.

إكتشف ظاهرة شتارك الفيزيائى «شتارك» فى عام ١٩١٣. وقبل ذلك كانت هناك ظاهرة مشابهة معروفة، ظاهرة زيمان، وهى إنقسام الخطوط الطيفية بفعل المجال المغناطيسى.

ظاهرة فارادى

faraday effect
effet Faraday *(sm)*
Faraday Effekt *(sm)*

هى عبارة عن إستداره مستوى الإستقطاب للموجات الكهرومغناطيسية أثناء مرورها فى مادة ممغنطة (وقد سمى ذلك بإسم الفيزيائى «فارادى» ١٧٩١ - ١٨٦٧). وفى المجال الفلكى فإن ظاهرة فارادى تلعب دورا أساسيا فى تعيين المجال المغناطيسى لمادة ما بين النجوم. وفى ذلك يتم رصد دوران

مستوى الإستقطاب عند مرور ذبذبات راديوية خطية الإستقطاب خلال مادة ما بين النجوم . وتعتمد زاوية الدوران على شدة المجال المغناطيسى للإشعاع فى إتجاه إنتشار الموجات وكذلك على العدد الكلى للإليكترونات الحرة بين منبع الإشعاع والراصد وأيضا على مربع طول موجة الضوء . (وحيث أن طول موجات الذبذبات الراديوية أكثر عشر مرات عن الأطوال الموجية البصرية فإنه ، فقط فى هذا النطاق الراديوى ، يؤمل رؤية ظاهرة فارادای .) وإذا ما عرفنا بعد مصدر الضوء ومتوسط كثافة الإليكترونات فى مادة ما بين النجوم فإنه يمكننا ، خلال قياسات زاوية الدوران ، تعيين شدة المجال المغناطيسى .

ظاهرة القطب

pol effect
effet du pole *(sm)*
Poleffekt *(sm)*

هى كون شدة ← الأشعة الكونية أكبر ما تكون عند القطبين وأصغر ما تكون عند خط الإستواء ، أى أنها تزداد مع زيادة خط العرض . رصد ظاهرة القطب هذه لأول مرة الفيزيائى الهولندى «كلاى» وذلك عام ١٩٢٧ .

الظاهرة الكهروضوئية

photrelectric effect
effet photoérlectrique *(sm)*
Lichtelektrischer Effekt *(sm)*

هى إنفصال الإليكترونات من السطوح التى يسقط عليها الضوء . وبدقة أكثر فإننا نعنى بذلك التأثير الكهروضوئى الخارجى . تم إكتشاف هذه الظاهرة فى عام ١٨٨٨ بواسطة الفيزيائى «هالواكس» على المعادن (ظاهرة هالواكس) وفسرها آينشتين فى عام ١٩٠٥ على أساس نظرية الكم . فالفوتون الساقط يمكنه أن يحرر إليكترونا من السطح الذى يسقط فوقه وذلك إذا كانت طاقة الفوتون E ، $E = h \cdot \nu$ ؛ (حيث h كم بلانك ، ν ذبذبة الضوء) أكبر من الشغل اللازم لإخراج الإليكترون من السطح . من هنا فإن الإليكترونات المنبعثة تتناسب مع شدة الضوء الساقط . ويستعان بالظاهرة الضوئية فى الخلايا الكهروضوئية ، التى تلعب دورا كبيرا فى تكنيك القياس الفلكى (← الفوتومتر) .

ظاهرة موجل - دلينجو

Mogel - Dellingo effect
effet Mogel - Dellingo *(sm)*
Mögel - Dellinger - Effekt *(sm)*

← الظواهر الشمسية - الأرضية .

ظاهرة هبل

Hubble effect
effet Hubble *(sm)*
Hubble Effekt *(sm)*

هى الإزاحة المنتظمة للخطوط الطيفية فى أطياف المجموعات النجمومية الخارجية ناحية الموجات الأطول ، أى ناحية المنطقة الحمراء من الطيف (لذلك تسمى الإزاحة الحمراء) بحيث يزداد مقدار الإزاحة بزيادة المسافة بيننا وبين المجموعة النجومية (مثلما إكتشف هبل) . وعلى وجه العموم فإنه تحدث إزاحة حمراء حسب قاعدة دوبلر إذا إبتعد مصدر الضوء عن المشاهد . وعلى ذلك فإن أبسط تعليل طيفى للإزاحة الحمراء فى المجموعات النجومية الخارجية هى أن هذه المجموعات تزداد فى بعدها عن الطريق اللبنى (حركة إفلات) .

وتتناسب الإزاحة الخطية ، حسب ظاهرة دوبلر ، مع السرعة التى يترحك بها المصدر الضوئى بالنسبة للمشاهد ، كما تتناسب طرديا مع الزيادة فى المسافة بين المشاهد والمجموعة النجومية . وإذا ما فسرنا ظاهرة هبل على أنها ناشئة بفعل ظاهرة دوبلر فإن ذلك معناه أن سرعة إبتعاد المجموعات النجومية عنا تزداد بزيادة المسافة عن مجرتنا ، الشىء الذى يدل أيضا على تمدد الجزء الذى نراه من الكون . ومكان المجرة كمركز لتمدد الكون هو مكان ظاهرى فقط ، لأن أى مشاهد فى حيز يتمدد بسرعة منتظمة يكون عنده الإنطباع بأنه فى مركز هذا التمدد .

ويتضح من الأبحاث الحديثة أن سرعة تمدد المجموعات النجومية الخارجية يزداد بمعدل ٧٥كم/ث لكل مليون بارسك . وسرعة تمدد مجموعة نجومية تبعد عنا بالمسافة بالمليون بارسك تعطى بالعلاقة : $V = H.r$ ، حيث V سرعة التمدد ، H = ٧٥كم/ث/ميجابارسك ويطلق عليها **ثابت هبل**

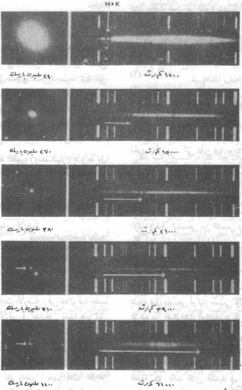
وليس من السهل تحديد ثابت هبل ، أى مقدار الزيادة فى سرعة المصدر مع المسافة . يرجع ذلك إلى أننا لا يمكننا معرفة مسافة تلك المجموعات النجومية بدقة إلا إذا عرفنا اللمعان الظاهرى لبعض نجومها بدقة كافية . فمن اللمعان الظاهرى واللمعان المطلق لهذه النجوم (يعاير اللمعان المطلق على نجوم مماثلة فى مجرتنا) يمكن إستنتاج المسافة . ويفترض فى ذلك أن ما يستخدم فى تعيين مسافة المجموعات النجومية من أنواع نجومية مختلفة ، مثل نجوم دلتا قيفاوى ذى الدورة المحددة ، له نفس اللمعان المطلق فى جميع المجموعات النجومية . ويمكن مشاهدة نجوم فى هذه المجموعات النجومية لا تبعد عن مجرتنا بأكثر من ١٦ مليون بارسك . ومن ناحية أخرى لابد أن تكون المجموعة النجومية على مسافة كافية من مجرتنا بحيث تكون السرعة الغير منتظمة للنجوم ، والتى تبلغ ٣٠٠كم/ث ، صغيرة جدا إذا قورنت بالسرعة المنتظمة لإبتعاد المجموعات النجومية . ويبدو أن هذا هو الحال إبتداءا من ١٠ مليون بارسك . وعلى ذلك يمكننا فقط فى النطاق الضيق من ١٠ إلى ١٦ مليون بارسك تحديد كل من الإزاحة الحمراء والمسافة بدقة . والمسافات المقاسة تصبح غير دقيقة إذا زادت عن ١٦ مليون بارسك ، لأنه يتم تعيينها فقط من لمعان وقطر المجموعة النجومية ، الشئ الذى يدخله خطأ منتظم نظرا للإنخفاض الشديد فى اللمعان فى إتجاه حافة المجموعات النجومية ، وعلى ذلك تصبح قيمة ثابت هبل غير مؤكدة ، ويمكن أن تتراوح من ٥٠ إلى ١٠٠كم/ث/ميجابارسك ومن المهم بمكان ، فى المسائل الكسمولوجية ، معرفة ما إذا كانت سرعة التمدد تزداد بصورة خطية مع المسافة بينها وبين مجرتنا أو لا تزداد . فليست هناك نتائج دقيقة بخصوص ذلك لأن عدم الدقة فى قياس المسافات لا يزال كبيرا ، وإن كان الإختلاف غير كبير عن العلاقة الخطية .

وأكبر إزاحة خطية $\Delta\lambda$ تم قياسها لمجموعة نجومية تقابل سرعة تمدد v = ١٤٤٠٠٠ كم/ث ، وهذا بالتقريب $\frac{1}{2}$ سرعة الضوء وذلك بتطبيق المعادلة المعروفة لظاهرة دوبلر : $\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{v}{c}$ ؛ (c سرعة الضوء ، λ طول موجة الضوء غير المزاح) . وتقتضى هذه السرعة العالية ، حسب نظرية النسبية ، تغيير معادلة حساب سرعة دوبلر بحيث تصبح المعادلة :

$$\Delta\lambda/\lambda = (\sqrt{1 + v/c}/\sqrt{1 - v/c}) - 1$$

والسرعة الناتجة من ذلك أقل مما نحصل عليه بالمعادلة العادية بحوالى ١٢٪ فى حالة السرعة ١٤٤٠٠٠ كم/ث .

لتعليل ظاهرة هبل نوقشت عملية طبيعية أخرى غير ظاهرة دوبلر . ومدلول ذلك أن الفوتونات الضوئية تفقد طاقة أثناء طريقها الذى يستغرق ملايين السنين ، الأمر الذى يؤدى إلى إزاحة حمراء . وظاهرة «الإعياء» هذه فى الضوء تكون أكبر ما يكن بالنسبة للفوتونات الضوئية التى تأتى من أبعد المجموعات النجومية . ولابد أن نشاهد أيضا أكبر إزاحة حمراء فى طيف مثل هذه المجموعات . وكان من الممكن تعليل ظاهرة هبل على هذا النحو لولا عدم وجود نظريات وأرصاد تؤكد هذه الإفتراضات .



الازاحة الحطيه فى أطياف المجموعات النجوميه الخارجيه. وقد ميزت مقادير إزاحة خطى الكالسيوم H وK بأسهم للمقارنه. وعلى يسار الأطياف أدرجت مسافات المجموعات النجوميه مصدر الطيف تحت صورها.

الظل التام

umbra
ombres *(sf)*
Kernschatten *(sm)*

هى المنطقة التى يكون فيها ضوء مصدر ما منعدم تماما، بخلاف ← نصف (شبه) الظل، على سبيل المثال ظل القمر أو الأرض أثناء الكسوف أو الخسوف.

الظل الطائر

Shadow bands
ombres volantes *(sf)*
fliegendes Schatter *(sm)*

← الكسوف والخسوف.

الظهر
moon
midi *(sm)*
Mittag *(sm)*
هو اللحظة الزمنية لعبور الشمس خط الزوال .

وتبعا لما نعنى من الشمس الحقيقية أو الشمس المتوسطة ، التى نتخيلها متحركة بسرعة ثابتة على طول خط الإستواء السماوى ، فإننا نميز على التوالى بين **الظهر الحقيقى والظهر الظاهرى** (الساعة ١٢ حقيقى أو على دائرة الوقت المتوسط) . **وإرتفاع الظهيرة** هو إرتفاع الشمس عند عبورها خط الزوال .

ويعرف **خط الظهيره (وسط النهار)** بما يربط بين نقطتى الشمال والجنوب (نقطتى تقاطع خط الزوال مع مستوى الأفق) فى مستوى الأفق ، على أن تطلق **نقطة الظهيرة** أيضا على نقطة الجنوب .

الظواهر الشمسية ـ الأرضية
Solar terrestrial relations
relation solaires terrestriales *(pf)*
Solar - terrestrische Erscheinungen *(sf)*
هى ظواهر معينة تحدث فى جو الأرض بسبب الشمس . إن الشمس تؤثر بجاذبيتها وإشعاعها بطرق كثيرة على الحوادث الأرضية . فمن خلال قوة جذب الشمس تبقى الأرض فى مدارها . وبهذا فإنها تبقى بإنتظام فى منطقة إشعاع الشمس ، الذى يجعل الحياة على سطح الأرض ممكنة وذلك بفعل مكوناته من الضوء والتدفئة . كما أن جاذبية الشمس تشارك أيضا فى نشأة ← المد والجزر . يفهم تحت الظواهر الشمسية الأرضية كل الأحداث المرتبطة بالتغير فى ← النشاط الشمسى وفى هذا الشأن فإن مناطق الإضطراب على الشمس تؤثر بإشعاعها المتغير . ولما كانت شدة النشاط الشمسى تتغير بدوره قدرها ١١ سنة ، فليس من الغريب أيضا أن تنعكس هذه الدورة فى كثير من الظواهر الشمسية الأرضية . وأحيانا يمكن الربط بين حادثة معينة على الأرض وبين ظاهرة شمسية بذاتها (مثل إضطراب شمسى) ؛ إلا أنه يمكن فى الغالب الإستدلال على كون حادث معين هو ظاهرة شمسية أرضية أم لا بواسطة الأبحاث الإحصائية .

يمكن الاحساس بالأشعة الاضطرابية للشمس على ظهر الأرض أساسا عن طريق :

(١) الأيونوسفير

(٢) المجال المغناطيسى الأرضى

(٣) إضاءة الطبقات العليا من الغلاف الجوى الأرضى .

(١) والأيونوسفير هو الطبقة من ← الغلاف الجوى الأرضى ، التى تتأين فيها جزيئاته . ومن هنا فإنه موصل للكهرباء . وتنقسم هذه الطبقة بدورها تبعا للحد **الأقصى** من كثافة الإليكترونات إلى طبقات D ، E ، F ، التى يجرى فحصها على أساس عاكسيتها للموجات الراديوية . ويحدث التأين بفعل الإشعاع فوق البنفسجى من الشمس و ـ فى الطبقة F_2 ليلا ـ بفعل الإشعاع الجسيمى . وتحدث هناك تغييرات دورية ثلاثة فى إرتفاع وكثافة الطبقة ؛ تغيير يومى ، تغيير سنوى ، وتغيير كل ١١ سنة مرتبط بدورة الكلف الشمسى . وعندما ينبعث من الشمس إشعاع فوق بنفسجى أو تيار جسيمى فإن ذلك يعمل بما فيه من **إضطرابات أيونوسفيريه** على تغيير التأين بدرجة كبيرة فى الأيونوسفير . والإضطرابات الكبيرة فى الكروموسفير مصحوبة بإنبعاثات شديدة فى النطاق فوق البنفسجى من الطيف ، ويتسبب ذلك فى نشأة الطبقة D ذات التأين الشديد فى الأيونوسفير . يصاحب ذلك إنخفاض فى إستقبال الأشعة فوق البنفسجية ، الشىء الذى يعرف **بظاهرة موجل دلنجو** . وعلاوة على ذلك تحدث إضطرابات فى الغلاف الجوى فى نطاق الموجات الطويلة .

(٢) المجال المغناطيسى الرئيسى ← للأرض هو عبارة عن مجال مغناطيسى متغير وقصير الدورة ، ينشأ من التيارات فى طبقة الأيونوسفير . من هنا فإن التغيرات فى الأيونوسفير تعمل على تغيير المجال المغناطيسى الأرضى ، الشىء الذى يعرف **بالتغيرات**

المغناطيسية. وتعمل الإضطرابات الإشعاعية من الشمس على إضطراب يومى تقريبا فى النشاط المغناطيسى الأرضى . ويتسبب الإشعاع الجسيمى الشديد ، المنطلق من الشمس أحيانا ، فى حدوث إضرابات كبيرة فى المجال المغناطيسى الأرضى ، وهو ما يعرف **بالعواصف المغناطيسية** .

(٣) تتسبب التيارات الجسيمية كذلك عند دخولها جو الأرض فى ظهور ← الضوء القطبى ، الذى يحدث فى نفس وقت حدوث الإضطراب فى كل من الأيونوسفير والمجال المغناطيسى الأرضى .

ومن المعروف جدا كظواهر شمسية أرضية بعض الظواهر المتيورولوجية والبيولوجية ، إلا أن علاقة هذه الظواهر مع الأحداث الشمسية لا يزال محل جدال . ومن ذلك العلاقة بين شيوع الكلف الشمسى والتغير الطفيف فى درجات الحرارة فى المناطق الإستوائية وكذلك مع كمية المطر . (فى خطوط عرضنا يغطى هذا التغير التأرجح الغير منتظم فى الطقس) . وكمثال لمثل تلك الظواهر نأخذ بحيرة فيكتوريا فى شرق إفريقيا ، حيث يرتفع مستوى ماؤها أثناء قمة الكلف الشمسى حوالى ١ م عنه فى حالة الهدوء الشمسى . ومن الواضح وجود علاقة بين عرض الحلقات فى جذوع بعض الإشجار وشيوع الكلف الشمسى . وهناك بعض الظواهر البيولوجية التى لا تزال علاقتها مع النشاط الشمسى غير معروفة ، مثل إنتشار الأوبئة أو التغير فى خواص تفاعل الدم (أعداد فلوكنج) .

ع

عائلة المشترى

Jupiter family
famille Jupitaire *(sf)*
Jupiterfamilie *(sf)*

هى عائلة من ← المذنبات .

العاديات

high velocity stars
étoiles à grande vitesse *(pf)*
Schnellläufer *(pm)*

هى نجوم تزيد سرعتها بالنسبة للشمس عن ٦٥ كم/ث . وليس لهذه النجوم ، عموما ، نفس إتجاه الحركة فى الفضاء مثل الشمس فى حركتها حول نواة مجموعة سكة التبانه ، وإلا أصبحت سرعتها الحقيقية فى الفضاء ، التى تتكون من مركبتى السرعة بالنسبة للشمس وسرعة دوران الشمس حول نواة سكة التبانه (٢٥٠ كم/ث) ، أكبر من سرعة الإفلات (٣١٠كم/ث) من سكة التبانه عند مكان الشمس . ولو أن نجما تعدت سرعته سرعة الإفلات فإنه يترك مجموعة سكة التبانه ، لأن جذب النجوم الأخرى له يصبح صغيرا بدرجة لا تكفى للإحتفاظ به فى المجموعة . أى أن العاديات ليست سابقة للشمس فى حركتها وإنما تبقى فى الغالب خلفها . من هذه النظرة فإن تسميتها بالنجوم البطيئة يمكن أن يكون مناسبا أكثر . وحركة هذه النجوم يغلب عليها الإتجاه إلى خارج نواة سكة التبانه أو العكس ومن ذلك يبدو واضحا أن العاديات تدور حول سكة التبانه فى مدارات ذات إهليجية كبيرة . وربما خرجت هذه النجوم من النواه وتغطس فيها ثانية . وحتى الآن تم إكتشاف حوالى ٦٠٠ عاديا وكلها تنتمى إلى الجمهرة الثانية .

العاصفة الراديوية

radiosturm
orage radio *(sm)*
Radiosturm *(sm)*

هى زيادة تستمر لوقت طويل فى الاشعاع الراديوى من ← الشمس .

العاصفة الضوضائية

burst
sursant radioelectrique *(sm)*
Burst *(sm)*

هى مركبة سريعة التغير من الاشعاع الراديوى ← للشمس .

العاكسيه

Albedo
albedo *(sm)*
Alpedo *(sf)*

هى مقياس لقوة إنعكاس الضوء من السطوح الغير مستوية أى غير المرايا . وتعرف أيضا بالبياض أو البريق . يتم معرفة العاكسيه بطرق مختلفة مع إفتراض الصلاحية الجزئية لبعض قوانين الإنعكاس . ولا ينطبق التحفظ الأخير على **العاكسية الكروية** ، التى عرفها «بوند» بأنها عبارة عن نسبة كمية الضوء المنعكسة على مساحة كروية فى جميع الاتجاهات إلى كمية الضوء الكلية الساقطة على تلك المساحة . والإفتراض الإضافى بأن الضوء الساقط لابد أن يكون متوازيا متوفر دائما فى التطبيق الفلكى نظرا لطول المسافة بين مصدر الضوء والجسم العاكس .

وعاكسية كل من الكواكب والأقمار مهمة فى علم الفلك . وحيث أن هذه الأجسام تستمد ضوئها من الشمس فإن لمعانها يعتمد على بعدها عن الشمس وعن الأرض وعلى حجمها ومقدار عاكسيتها . ويمكننا تعيين العاكسية إذا عرفنا كل من حجم الجسم وبعده عنا . وعاكسية كل من القمر وعطارد صغيرة (الجداول) ؛ ولابد أن هذين الجسمين رديئى العاكسية ، أى أجسام ذات سطوح داكنة . وللكواكب الأخرى عاكسية كبيرة ، على سبيل المثال الزهرة . يرجع هذا إلى أن إنعكاس الضوء لا يحدث على السطح وإنما على الغلاف الجوى الكثيف للكواكب . فللكتل الغازية مثل السحب قدرة إنعكاس عالية . لذلك فإن عاكسية الأرض كبيرة نسبيا . وقد أمكن قياسها من لمعان الجزء غير المضاء من سطح القمر .

ويحاول الباحثون الوصول إلى معرفة طبيعة سطح الكواكب عن طريق ما تم قياسه لها من عاكسية ومقارنة ذلك بالمواد الأرضية (← كوكب) .

عالمية الكون

univers postulate
postulat d'univers
Weltpostulität *(sn)*

← الكسمولوجى .

العبور

culmination, meridian passage
culmination *(sf)*
Kulmination *(sf)*, **Durchgang** *(sm)*

(١) هو اللحظة التى يصل فيها جرم سماوى فى أثناء حركته اليومية الظاهريه فى السماء إلى أعلى نقطة فوق أو تحت أفق مكان الرصد ، أى أن الجرم السماوى يوجد إما فى نقطة **العبور السفلى أو العبور العلوى** . أما فى حالة النجوم الحسان فتواجد كل من نقطة العبور العلوى والسفلى فوق الأفق (الشكل ، ← حركة الأجرام السماوية) . وفى أثناء العبور تكون الأجرام السماوية على خط زوال مكان الرصد .

(٢) هو مرور أى من كوكبى عطارد أو الزهرة أمام قرص الشمس فيشاهد كقرص صغير قاتم . وحتى يحدث ذلك لابد من أن يكون للكوكب فى الإقتران السفلى عرض بروجى صغير جدا وإلا فإنه يمر أسفل أو أعلى قرص الشمس . ويتكرر عبور عطارد كل ثمانية

قيم العاكسية

للأجرام السماوية	الزهرة	الأرض	عطارد	القمر	(قمر المشترى) كاليستو
	٠ر٧٦	٠ر٣٩	٠ر٠٦	٠ر٠٧	٠ر١٥
للمواد الأرضية	الطباشير	السحب	الجرانيت	فيزوفاشا	إتنالافا
	٠ر٨٥	٠ر٧٠	٠ر٣١	٠ر١٦	٠ر٠٤

سنوات فى المتوسط بينما عبور الزهرة اندر من ذلك بكثير . وفى القرن الماضى حدثت عبورات للزهرة فى أعوام ١٨٧٤ ، ١٨٨٢ . وفى القرن الحالى لا يوجد أى عبور من هذا النوع . وأقرب عبور سوف يحدث فى عامى ٢٠٠٤ ، ٢٠١٢. وقد إستخدم عبور الزهرة فى الماضى لتعيين إختلاف المنظر بالنسبة للشمس .

العُتمه

opacity
opacité *(sf)*
Opazität *(sf)*, **Undurchlassigkeit** *(sf)*

هى خاصية الغاز فى إضعاف ما يمر به من إشعاع ؛ ← الإمتصاص .

العجلة

acceleration
accéleration *(sf)*
Beschleunigung *(sf)*

هى معدل تغيير السرعة فى وحدة الزمن . ووحدة العجلة هى المتر/الثانية المربعة أو إختصارا م/ث^{٢} وعليه فإن ١ م/ث^{٢} هى عجلة جسم تتغير سرعته تغيرا منتظما بمقدار ١م/ث . وتعنى القيم السالبة للعجلة إعاقة للحركة أى إبطاء للسرعة .

عجلة التثاقل

gravity acceleration
accéleration de la pesanteur *(sf)*
Schwerebeschlunigung *(sf)*

فى المعنى الدقيق هى العجلة التى يبدأ بها جسم حر السقوط على مركز الأرض تحت تأثير ← قوة الجذب ؛ وفى المعنى العام العجلة التى يبدأ بها جسم فى السقوط تحت تأثير جذب ، وناحية مركز ، جسم آخر ، نجم مثلا . فإذا رمزنا لكتلة الجسم الجاذب بالرمز **M** وإلى نصف قطره بالرمز **R** فإن عجلة التثاقل : $g = GM/R^2$ ؛ حيث **G** = ٧ر٦٧ × ١٠$^{-٨}$ داين . سم^{٢} . جم^{٢} عبارة عن ثابت الجاذبية .

وعجلة التثاقل السائدة فوق سطوح الأجسام السماوية يمكن إستخراجها بالنسبة للنجوم التى لا تعرف كتلها وأنصاف أقطارها ، وذلك من الدراسات الطيفيه لأجواء تلك النجوم ، لأن الضغط السائد فى جو النجوم وبالتالى ظروف الإثاره والتأين يمكن حسابهما بدلالة عجلة التثاقل . وعجلة التثاقل متساوية تقريبا لجميع نجوم التتابع الرئيسى ، الشىء الذى يتضح من جدول ← الأبعاد الطبيعيه وإعتمادها على النوع الطيفى . وفى حالة النجوم العمالقة فإن عجلة التثاقل صغيرة نظرا لنصف القطر الكبير وذلك بالمقارنة بقيمة عجلة التثاقل للشمس . وبالمثل نجد عجلة التثاقل للأقزام البيضاء كبيرة ، بسبب صغر نصف قطرها ، وتصل آلاف المرات مثل عجلة تثاقل الشمس .

ويوضح الجدول الآتى قيمة عجلة التثاقل فوق سطح بعض أجسام المجموعة الشمسية ، وتنسب فيه القيم بالنسبة لعجلة التثاقل فوق الشمس .

الشمس	١ر٠٠٠	القمر	٠ر٠٥٩١	يورانوس	٠ر٣٧٠
عطارد	٠ر١٣٨	المريخ	٠ر١٣٦	نبتون	٠ر٤٠٢
الزهره	٠ر٣٢٠	المشترى	٠ر٩٠٠	بلوتو	٠ر٢٥٦
الأرض	٠ر٣٥٨	زحل	٠ر٣٨٠		

العدد الترتيبى (العدد الذرى)

atomic number
nombre atomique *(sm)*
Ordnungszahl *(sf)*

هو عدد البروتونات فى نواة الذرة ز ويعطى هذا العدد إنتماء نواة ذرة ما إلى عنصر كيماوى بذاته وفى نفس الوقت رقم هذا العنصر فى الجدول الدورى للعناصر ؛ ← تركيب الذرة .

عدد النجوم

Star number
nombre des étoiles *(sm)*
Sternzahl *(sf)*

هو عدد النجوم فى وحدة المساحة على الكره السماوية وحتى حد لمعان ظاهرى معين m – يرمز لذلك بالرمز A (m) – أو للمعان ظاهرى متوسط m – فى هذه الحالة يرمز للعدد بالرمز N (m) .

ويتم تعريف العدد N (m) بحيث يشمل كل النجوم فى حيز اللمعان من (m + ½) حتى (m + ½) . وكل من A (m) ، N (m) يستخدم كمعلومات عددية للإحصاء النجمى ويتم إستنتاجها بواسطة تعداد النجوم إما فى كل السماء أو فى حقول مختارة .

يزداد عدد النجوم بشدة كلما قل اللمعان الظاهرى . وكمثال على ذلك يوجد فى الجدول N (m) لمناطق قريبة من مستوى المجرة ولأخرى ذات عروض مجرية عالية ، ويلاحظ أن ذلك كله مأخوذ لطول مجرّى متوسط . ومن هذا الجدول يتضح أنه فى العروض المجرية الصغيرة يزداد عدد النجوم بسرعة أكبر منه فى العروض العليا ، الشىء الذى يحتمه الشكل القرصى لمجموعة سكة التبانه ، المائل بالنسبة لمستوى المجره ، كما يحتمه موقع الشمس فى هذه المجموعة . ويتضح أيضا تركيز النجوم ناحية مستوى المجرة من النسبة A (m) عند مستوى المجره (Ao) إليها عند قطب المجره أى A90 والمدرجة فى العمود الأخير من الجدول . أعداد النجوم N (m) لكل درجة مربعة لسلسلة من اللمعانات الظاهرية المتوسطة فى العروض المجرية المختلفة ، وكذلك نسبة A (m) فى مستوى المجره (Ao) إليها عند أقطاب المجره (A90) .

العدد النسبى للكلف الشمسى

sunspot number
nombre relatif des taches solaires *(sm)*
Sonnenfleck Relativzahl *(sf)*

← البقع الشمسية .

m	N (m) من صفر إلى ٢٠°	N (m) من ٤٠° إلى ٩٠°	A0 / A90
٤	٠ر٠١٣	٠ر٠٠٥٣	٣ر٤
٦	٠ر١٠٧	٠ر٠٤٤	٣ر٤
٨	٠ر٨٣٢	٠ر٣٣٧	٣ر٦
١٠	٦ر١٨	٢ر٣٣	٤ر٣
١٢	٤٣ر	١٣ر٨	٥ر٦
١٤	٢٧٥ر	٦٧ر٨	٨ر٤
١٦	١٥٥٠ر	٢٦٧ر	١٣ر٢
١٨	٧٣١٠ر	٥٤٨ر	٢١ر١
٢٠	٢٨٢٠٠ر	٢١٤٠ر	٣٤ر٤
٢٢	٥٠٩٠٠ر	٣١٣٠ر	٤٤ر٢

العدد النووى

atomic number
numéro atomique *(sm)*
Kernladungszahl *(sf)*

هو عدد البروتونات فى النواه ← العدد الترتيبى (الذرى) .

عدسة مينسكوس

positive Miniscus
Ménisque convergent *(sm)*
Miniskuslinse *(sf)*

← المنظار العاكس .

عدم إستقرار الهواء

Seeing

هو ← تألق ضوء النجوم .

العذراء

Virgo, Vir *(L)*
virgin
vierge *(sf)*
Jungfrau *(sf)*

برج يرمز له بالرمز ♍ . وهو إحدى بروج دائرة الحيوانات فى نطاق خط الإستواء السماوى ، ويرى فى ليالى الربيع . والنجم α← السنبلة شديد اللمعان ، أما بقية النجوم الأخرى فهى أخفت كثيرا . وفى هذا البرج يوجد عدد كبير من المجموعات النجومية الخارجية ، بالاضافة إلى ← المنبع الراديوى العذراء A- . وتعبر الشمس هذا البرج أثناء حركتها السنوية الظاهرية من منتصف سبتمبر حتى نهاية أكتوبر . فى أثناء ذلك تعبر الشمس فى حوالى ٢٣ سبتمبر خط الاستواء السماوى فى نقطة الخريف من الشمال إلى الجنوب . ونقطة الخريف توجد فى هذا البرج .

العربة

bear
ourse *(sf)*
Wagen *(sm)*

إنظر كوكبة ← الدب .

العربة السماوية

Celestial wagon
wagon céleste *(sm)*
Himmelswagen *(sm)*

انظر كوكبة ← الدب .

العربة الصغرى

ursa minor
petite ourse *(sf)*
kleiner Wagen *(sm)*

انظر كوكبة ← الدب الأصغر .

العربة الكبرى

Ursa Major, great wagon
grande ourse *(sf)*
grösser Wagen *(sm)*

انظر كوكبة ← الدب الأكبر .

العرض

latitude
latitude *(sf)*
Breite *(sf)*

هو فى الفلك إحداثى من إحداثيات النظام البروجى والمجرى . والعرض هو عبارة عن البعد الزاوى لجرم سماوى عن مستوى الإستواء البروجى أو المجرى (الشكل ، ← الإحداثيات) . والعرض الجغرافى هو عبارة عن الزاوية المحصورة بين إتجاه قوة الجاذبية فى مكان الرصد ومستوى الاستواء ، ← التحديد الجغرافى للمكان . وتقاس العروض بالدرجات ؛ بالموجب فى إتجاه القطب الشمالى وبالسالب فى إتجاه القطب الجنوبى .

عزم الدوران

rotational momentum
moment de rotation *(sm)*
Drehmoment *(sm)*

هو حاصل ضرب القوة المؤثرة على دوران جسم ما فى المسافة بين نقطة تأثير هذه القوة ومحور الدوران . وحسب عزم الدوران تتغير كمية الحركة الدورانية (← كمية الحركة) .

العصا الصليبية
cross stick
bâton croixier *(sm)*
Kreuzstab *(sm)*

إحدى ← الآلات الفلكية التاريخية .

العصا المستقيمة
straight stick
bâton droit *(sm)*
Gradstab *(sm)*

هى إحدى ← الآلات الفلكية التاريخية .

عصا يعقوب
Jacob's rod
bâton de Jacob *(sm)*
Jakobstab *(sm)*

(١) حزام الثلاث نجوم فى كوكبة ← الجبار .
(٢) إحدى ← الآلات الفلكية التاريخية .

عطارد
mercury
Mercure *(sm)*
Merkur *(sm)*

هو اقرب الكواكب إلى الشمس ويرمز له بالرمز ☿ . يتحرك عطارد فى قطع ناقص حول الشمس بسرعة متوسطة قدرها ٤٧٫٩كم/ث وزمن دورته (النجمية) حوالى ٠٫٢٤ عام . وبإهليجية مداره البالغة ٠٫٢٠٥٦ فإن عطارد ثانى كوكب فى كبر إهليجية المدار . تقدر المسافة المتوسطة للكوكب عن الشمس حوالى ٠٫٣٨٧ وحدة فلكية وتتأرجح المسافة الحقيقية من ٠٫٤٦٦ إلى ٠٫٣٠٧ وحدة فلكية ، كما يتأرجح بعد الكوكب عن الأرض من ٢١٧ إلى ٨٢ مليون كم . ويميل مستوى مدار عطارد على مستوى مدار الأرض بمقدار ٧° . كما يتغير مدار عطارد باضطرابات عدة أكثرها ألفة لنا هو دوران خط الأوج والحضيض . وهذا الدوران يستعان به كإختبار ← لنظرية النسبية العامة .

يبتعد عطارد عن الأرض إلى أقصى إستطالة له حيث يبلغ ٢٧° شرقا وغربا من الشمس ، التى يبدو الكوكب متأرجحا حولها بدورة طولها ١١٦ يوما . أى أن الكوكب يشرق فى النادر قبل ساعة من شروق الشمس وكذلك يغرب نادرا بعد ساعة من غروب الشمس ولهذا السبب يندر مشاهدته على الرغم من لمعانه الذى يصل القدر - ١ . وعلى غرار ← الزهرة فإن لعطارد تغيير أطوار .

يتغير القطر الظاهرى لعطارد مع البعد عن الأرض بين ٥" ، ١٥" . وهذا القطر يقدر بحوالى ٤٨٤٠كم أى ٣٨٪ من قطر دائرة خط الإستواء الأرضى . وعطارد ليس مفلطحا . وكتلته تبلغ ٠٫٠٥٦ من كتلة الأرض ، كما تبلغ كثافته المتوسطة ٥٫٦٢ جم/سم³ أى تقريبا قيمة كثافة الأرض . وبسبب صغر الكتلة فإن قوة الجاذبية على سطح عطارد تبلغ فقط ٣٩٪ من قيمتها على سطح الأرض . وعلى أى حال فإنه لا يزال هناك شك فى القيم التى تم تحديدها لكل من الكتلة والحجم وهناك قيما مخالفة لها . وتبلغ مدة دوران عطارد حول نفسه ثلثى زمن دورانه النجمى أى ٥٨٫٦٥ يوما .

وبسبب صغر قوة الجاذبية وإرتفاع درجة الحرارة يمكن لعطارد الاحتفاظ بغلاف جوى رقيق فقط ، تبلغ كثافته عند سطح الكوكب حوالى ٠٫٠٠٣ من كثافة جو الأرض . لذلك يمكن مباشرة رؤية سطح الكوكب . وعلى الرغم من ذلك فإن الكثير لا يزال غير معلوم عن تضاريس السطح بسبب ظروف الأرصاد غير الملائمة . ويمكن تمييز بعض التضاريس الكبيرة . ويفترض التشابه العام بين تضاريس كل من سطح عطارد والقمر . ويؤيد ذلك العاكسيه المنخفضه التى تقدر بحوالى ٠٫٠٦ . وبسبب دوران عطارد البطىء تسخن جدا الناحية النهارية من سطحه . فيمكن أن تكون درجة حرارة السطح حوالى ٣٥٠° مئوية أو حتى أعلى من ذلك . أما على الناحية الليلية فيمكن أن يؤدى الإشعاع إلى تبريد يصل بدرجة الحرارة إلى - ٢٠٠° مئوية . والإشعاع الساقط على الكوكب والخارج منه لا يتأثران بالغلاف الجوى الرقيق ، أنظر أيضا ← الكواكب .

العَطايه

Lacerta, Lac *(L)*
Lacetra
Lezard *(sm)*
Eidechse *(sf)*

هى كوكبة ← الورل .

العُقاب

Aquila, Aql *(L)*
eagle
aigle *(sm)*
Adler *(sm)*

هو كوكبة فى المنطقة الإستوائية يتم مشاهدتها فى سماء ليالى الصيف . وألمع نجم فى هذه الكوكبة هو ← الطائر ، الذى ينتمى إلى **المثلث الصيفى** . وتمتد سكة التبانه خلال كوكبة العقاب .

العقد (أو العقدتين)

nodes
noeud *(sm)*
Knoten *(pm)*

هى نقطة تقاطع مدار جرم سماوى مع المستوى الأساسى للإحداثيات ، وفى حالة المجموعة الشمسية إذا كان هذا المستوى هو مستوى البروج . **والعقدة الصاعدة** (☊) هى تلك النقطة التى يقطع فيها مدار الجرم السماوى المستوى الأساسى فى إتجاه الشمال ، بينما **العقده الهابطة** (☋) فى إتجاه الجنوب . وفى حالة نجم مزدوج يتخذ المستوى المماس للكره السماوية والذى يقع فيه مركز ثقل المجموعة كمستوى أساسى . ويطلق **خط العقدتين** على الخط الواصل بين العقدتين .

ولتحديد مدار ما فى المجموعة الشمسية فإننا نستعمل بجانب عناصر المدار الأخرى طول العقده الصاعده ، طول العقده ، أى المسافة الزاوية بين العقدة الصاعده ونقطة الربيع (الشكل ، ← عناصر المدار) .

وبسبب الإقلاق المتبادل لأجسام المجموعة الشمسية فإن مدارات الكواكب والأقمار لا تظل ثابته وإنما يغلب ان تدور خطوط العقد . وفى حالة الكواكب يبلغ الدوران السنوى ، التى يحدث فى نفس إتجاه دوران الكوكب فى مداره حول الشمس ، أقل من ١َ . ويقابل ذلك ٢٠ ١٩ْ فى حالة مدار القمر . ويتم حدوث الكسوف والخسوف فقط عندما يتواجد القمر فى عقدة من مداره أو قريبا منها مباشرة . وقد سميت العقدتين قديما **بنقطتى التنين** لأن الإنسان القديم اعتقد أن الشمس والقمر يبتلعها تنين وقت الكسوف أو الخسوف .

عقد الثريا

Alcyone *(L)*

هو ألمع نجم فى حشد ← الثريا .

العقرب

Scorpius, Sco *(L)*
Scorpion
Scorpion *(sm)*
Scorpion *(sm)*

هو أحد الأبراج فى نصف الكره السماوى الجنوبية ويرمز له بالرمز ♏ . وألمع نجم فى هذا البرج هو النجم α (ألفا) ← نير أو قلب العقرب . ويجوب حزام سكة التبانه خلال البرج وإن كان لمعانه خافت جدا فى العروض العليا وبه فى هذا المكان عديد من السدم المجرية والسحب الداكنة . كذلك يوجد بهذا البرج عدد كبير من الحشود النجمية ، على سبيل المثال **M4** التى تقع مباشرة إلى الغرب من قلب العقرب . وتعبر الشمس فى حركتها السنوية الظاهرة هذا البرج فى بضعة أيام عند نهاية نوفمبر .

العقود النجومية

star chains
chaîne stellaires *(pf)*
Sternkette *(pf)*

هى عبارة عن عدد من النجوم موجودة بالقرب من بعضها على الكره السماوية وتظهر مصطفه فى شكل عقد . ولا يزال من غير المؤكد حتى الآن ما إذا كانت هذه العقود منتمية إلى بعضها فضائيا ، مثلا ناشئه من شريط سديمى ، فتبلى الشكل ، من مادة

ما بين النجوم ، أم أنها فقط بالصدفة فى خط بينًا هى فضائيا بعيده تماما عن بعضها .

عكس إتجاه المستقر

antapex
antiapex
Antapex

هو الإتجاه إلى النقطة التى تقابل ← المستقر على الناحية الأخرى من الكرة السماوية .

العلامات الفلكية

astronomical symbols
signes astronomiques *(pm)*
astronomische Zeichen *(pn)*

هى ← الرمز .

العلاقة بين طول الدوره واللمعان

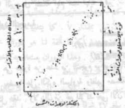
period - luminosity relation
relation période - luminosité *(sf)*
Perioden - Helligkeitsbeziehung *(sf)*

هى علاقة بين طول دورة التغيير الضوئى وبين اللمعان المطلق فى حالة ← نجوم دلتا قيفاوى .

علاقة الكتلة وقوة الإشعاع

mass - luminosity relation
relation masse - luminosité *(sf)*
Masse - Leuchtkraft - Beziehang *(sf)*

هى علاقة موجودة بين بعدى النجم ، كتلته وقوة إشعاعه . ويتضح من الأرصاد أنه فى حالة النجوم ، التى تتبع التتابع الرئيسى ، توجد علاقة وطيدة بين كتلة وقوة إشعاع النجم ، حيث تزداد قوة



العلاقه المرصوده بين الكتله وقوة الاشعاع . والنجوم الثلاثه المنحرفه بعيدا عن التتابع العام أقزام بيضاء .

الإشعاع مع زيادة الكتلة M . وفى المتوسط يصح القول بأن قوة الاشعاع تتناسب مع M3.5 . وبالمثل توجد لنجوم التتابع الرئيسى **علاقة بين الكتلة ونصف القطر** ، فيزداد نصف القطر بزيادة الكتله . ولكلا العلاقتين أهمية كبيرة بالنسبة لنظرية التركيب الداخلى (← تركيب الداخلى للنجوم) وهناك نجد لها تفسيرا نظريا .

العلاقة بين الكتلة ونصف القطر

masse - radius relation
relation masse - rayon *(sf)*
Masse - Radius - Beziehung *(sf)*

← علاقة الكتلة وقوة الإشعاع .

علم الأحياء الكونى

astrobiology
astrobiologie *(sf)*
Astrobiologie *(sf)*

(١) علم ← الحياة على الأجرام السماوية الأخرى .

(٢) علم الظروف والأخطار التى تواجهها الأحياء الأرضية أثناء ← رحلات الفضاء وأثناء تواجدها فوق أجرام سماوية أخرى .

علم السماء

astronomy
astronomie *(sf)*
Himmelskunde *(sf)*

هو ← علم الفلك .

علم الفلك

astronomy
astronomie *(sf)*
Astronomie *(sf)*

هو علم المادة من حيث توزيعها وحركاتها وحالاتها الطبيعية وتركيبها وتطورها فى الكون . يهتم علم الفلك أيضا بأجسام المجموعة الشمسية (الشمس والكواكب والأقمار والكويكبات والمذنبات والنيازك) ، وبالنجوم (النجوم الثوابت) وبالحشود النجمية والمجموعات النجومية ، التى تنتمى إليها أيضا مجرتنا ، وكذلك بالمادة الغير نجمية والمتناثرة فى

المجموعة الشمسية (مادة ما بين الكواكب) وبين النجوم (مادة ما بين النجوم) وبين المجموعات النجومية (ما بين المجرات). ولا تنتمى الأرض، بصرف النظر عن حركتها، إلى مجال دراسة علم الفلك على الرغم من كونها أحد أفراد المجموعة الشمسية. يرجع ذلك من ناحية إلى أن الانسان قد أدرك متأخرا نسبيا أن الأرض أحد أفراد المجموعة الشمسية، ومن ناحية أخرى تستخدم طرق لدراسة الأرض غير ما يُستخدم فى دراسة الكواكب. وهناك علوم طبيعية تهتم بدراسة الأرض مثل علم الطبيعة وعلم الجغرافيا وعلم الأرصاد الجوية.

ينقسم علم الفلك إلى مجالات متعددة تختلف تبعا للهدف منها والطرق المستخدمة فيها وكذلك إلى حد ما فى طبيعة الأجسام التى يجرى دراستها. وقد يكون التقسيم، الذى يتداخل كثيرا، تبعا لوجهات نظر مختلفة تماما. يختص ← **علم المواقع** أو الفلك الكروى بتحديد مواقع والتغير فى مواقع الأجرام السماوية وكذلك تحديد الإحداثيات اللازمة لذلك والتغيرات التى تطرأ عليها. وعلم المواقع يمثل أساس التحديد الدقيق للمواقع الجغرافية كما يقوم بتحديد الزمن. وفى جميع هذه الإختصاصات فإن علم المواقع لا يهتم بالاجابة على الأسئلة، كيف تتكون الأجرام السماوية فيزيائيا؟ لماذا تضىء وكيف؟... الخ بل إنه يراها فى صورة مثالية كنقط ويقوم من خلال القياسات الزاوية بتحديد إتجاه ضوئها وتختص ← **الميكانيكا السماوية** بدراسة حركات لأجرام السماوية فى الكون، والتى تحدث لها نتيجة لقوة جذب الكتلة. ينطبق هذا فى المقام الأول على حركة الكواكب والأجسام الأخرى فى المجموعة الشمسية حول الشمس. كما ينطبق أيضا على حركة النجوم المزدوجة حول بعضها وعلى حركة النجوم فى الحشد النجمى أو فى المجموعة النجومية. ويمكن بواسطة نتائج الميكانيكا السماوية وعلى سبيل المثال من خلال المواقع الفلكية المرصودة، تحديد دقيق للمدارات ومنها يمكن بعد ذلك حساب المواقع التى سوف نشاهد فيها جسم ما فى وقت لاحق (حساب التقويم الفلكى). يقع هذان المجالان، علم المواقع والميكانيكا السماوية تحت إسم الفلك الكلاسيكى. الذى شمل عمليا حتى النصف الثانى من القرن الماضى كل علم الفلك. وتحتل حاليا ← **الفيزياء الفلكية** مكانة كبيرة فى الأبحاث الفلكية. وتبحث الفيزياء الفلكية فيما يصل إلى الأرض من إشعاع الأجرام السماوية من حيث اللمعان والتركيب الطيفى، ويرجى من ذلك الحصول على معلومات عن الأحوال الطبيعية والتركيب الكيماوى للأجرام السماوية وعن أقطارها وتركيب سطوحها وتركيبها الداخلى وسبب اشعاعها... الخ. وتنقسم الفيزياء الفلكية بدورها إلى مجالات متعددة وتعمل على دراسة أجسام مختلفة. إن أحدث فروع الفيزياء الفلكية هو ← **الفلك الراديوى**، الذى يقوم بدراسة ما يصل من الكون من إشعاعات فى نطاق الموجات الراديوية، ثم ← **فلك الأشعة السينية**، الذى يعمل على قياس الأشعة السينية بأجهزة خاصة خارج الغلاف الجوى للأرض، ثم ← **فلك الأشعة تحت الحمراء** و ← **فلك النيوترينو** اللذان يبحثان معا فيما يصلنا من النجوم من إشعاعات فى نطاق الأشعة تحت الحمراء وإشعاعات النيوترينو الكونية على التوالى. يبحث ← **الإحصاء النجمى** فى توزيع وحركات النجوم فى مجرتنا، الشىء الذى يتطلب تعداد النجوم ومعرفة دقيقة بأماكنها وتغيراتها وكذلك يتطلب أرصاد فيزيائية فلكية مثل اللمعان وأطياف النجوم. وتحت إصطلاح الاحصاء النجمى تنحصر جميع فروع علم الفلك التى تهتم بالنجوم بطريقة إحصائية أو فيزيائية فلكية على خلاف أجسام المجموعة الشمسية ـ ومادة ما بين النجوم ـ. وهناك **علم نشأة الكون وتطوره** (← **الكسموجونى**) الذى يبحث فى كيفية نشأة

وتطور التجمعات المختلفة للمادة فى الكون ، بينما يهتم **علم نظام الكون (← الكسمولوجى)** بتركيب الكون ككل . وأخيرا فإن الفلك المعملى يهتم بدراسة ← **الآلات أو الاجهزة** وطرق الرصد .

يتطلب إنجاز المهام المختلفة إجراء أرصاد وأبحاث نظرية . وعلى العكس من العلوم الأرضية الأخرى مثل الطبيعة والكيمياء فإن إمكانية الابحاث الفلكية محدوده بعدم قدرتنا على الإقتراب من الاجرام السماوية وبالتالى عدم إستطاعتنا إجراء التجارب مباشرة ولكن فقط جمع أرصاد من بعيد . إلا أنه حدث بعض التغيير فى هذا المجال نتيجة غزو الفضاء ، الذى مكن الانسان من اجراء أبحاث مباشرة على القمر والكواكب مثل المريخ والزهرة والمشترى وزحل وكذلك فى المنطقة القريبة من الأرض من مادة ما بين الكواكب . وما نقوم بالبحث فيه من الأجرام السماوية الأخرى يعتمد على ما يأتينا من هذه الأجرام من أشعة ، سواء ذاتيه أو منعكسة على سطوحها أو التى تأثرت بمرورها خلال المادة . وتزداد دراستنا صعوبة نتيجة لكون شعاع الضوء ضعيفا جدا من الأساس ، ويزداد ضعفا عدة مرات خلال طريقه من المصدر إلينا . والمسئول عن ذلك هى مادة ما بين النجوم وكذلك غلاف الأرض الجوى الذى يسمح بمرور أشعة فى نطاق ضيق من حيث طول الموجه . وما نشاهده من هذه الأشعة هو ، على وجه الخصوص ، إتجاهها وشدتها وتركيبها الطيفى وفى المراصد المجهزة تجرى الأرصاد بالأجهزة اللازمة لذلك . كما تمكن وسائل غزو الفضاء من صواريخ وأقمار صناعية من إختراق الجو الأرضى الذى يمثل حاجزا بالنسبة للأرصاد وعن طريق هذه الوسائل يمكننا وضع أجهزة قياس خارج الغلاف الجوى .

إن إجراء الأرصاد ليس هو كل شىء ، ولكن حل المشاكل الفلكية يتطلب إجراء الأبحاث النظرية لتعليل مثل هذه الأرصاد وإستنباط القوانين منها . وتستخدم فى ذلك القوانين المعروفة للرياضة والطبيعة مثل الميكانيكا والديناميكا الحرارية وفيزياء الذرة . ومن جهة أخرى فإن الأبحاث النظرية تشير بإجراء أرصاد جديدة يتم التحقق عن طريقها من صحة نظرية ما أو نستدل بها على تغيير أو تعديل واجب فى النظرية الموضوعة ، وذلك لأن الأرصاد الدقيقة هى الوسيلة الوحيدة للاستدلال على صحة نظرية ما . وعلى هذا فإنه يتضح أن حالة المعرفة الفلكية تعتمد على تقدم تكنولوجيا الرصد ، أى على الامكانيات المتوفرة التى تتيحها الأخيرة وطرق الرصد المعروفة . كما أن مستوى المعرفة الفلكية يعتمد أيضا على معرفتنا بالقوانين الفيزيائية . لهذا فقد حدث دائما تقدم ملحوظ فى علم الفلك عندما ظهرت أجهزة أو طرق رصد جديدة ، على سبيل المثال ، التلسكوب أو الفوتوغرافيا ، أو عندما تطورت مجالات حديثة فى الفيزياء مثل الميكانيكا الكلاسيكية أو فيزياء الذره . ومن جهة أخرى فإن النبضات الجديدة فى علم الفلك تنعكس أيضا على تكنولوجيا الأرصاد وعلى علوم الفيزياء .

ومن المستحيل حاليا أن يلم الفلكى بجميع فروع الفلك . لهذا فقد تخصص الفلكيون كما تخصصت المراصد كل فى مجال معين . وينقسم الفلكيون إلى نظريين ومعمليين وإن كانت الحدود بينهما ليست واضحة كما فى علم الطبيعة مثلا . ولا يستطيع الفرد المضى فى دراسة علم الفلك بدون معرفة جيدة بعلوم أخرى مثل الطبيعة والرياضة . لهذا تحتوى مقررات الدراسة فى الجامعات لطلبة الفلك دروسا متقدمة فى هاتين المادتين .

ويقوم هواة الفلك العديدين فى جميع أنحاء البلاد بنشر المعلومات الفلكية .

عرض تاريخي : علم الفلك هو أقدم العلوم الطبيعية . وقد قامت شعوب الحضارات القديمة ، التى ينتمى إليها كل من البابليين والمصريين والصينيين والهنود والمايا ، بأخذ أرصاد فلكية وذلك لسببين : فمن ناحية أعتبرت الأجرام السماوية آلهة وحركتها إرادة الآلهة ومن ناحية أخرى نبعت الأرصاد الفلكية من الحاجة إلى تقسيم زمنى . وقد أمكن عن طريق الرصد التكهن التقريبى بأماكن تواجد الأجرام السماوية فى أوقات لاحقة على الرغم من عجز الأقدمين عن تفسير حركات تلك الأجرام . وفى هذا المجال ركز الانسان القديم إهتمامه أساسا على حركات النجوم الجوالة والتى إنتمى إليها الشمس والقمر وما يرى بالعين المجردة من الكواكب ، عطارد والزهرة والمريخ والمشترى وزحل . وقد أدت التخيلات الدينية لحركات الأجرام على الكرة السماوية إلى الإعتقاد بإمكانية معرفة الإرادة الإلهية من خلال أماكن الأجرام السماوية ، الشىء الذى أدى إلى علم التنجيم .

وصل الفلك عند البابليونين إلى أعلى مستوى بين الأقدمين . وترجع أقدم التقارير عن الحوادث الفلكية عندهم إلى ما قبل عام ٢٠٠٠ قبل الميلاد ، وإن كانت تتضمن التفسيرات التنجيمية لبعض الحوادث الفلكية . وأكثر الأرصاد الفلكية المؤكدة جدا هو خسوف القمر الذى يرجع إلى عام ٧٢١ ق . م (قبل الميلاد) . بلغ فلك البابليونين ثمرته ما بين القرنين الخامس والسادس ق . م . وفى هذا الوقت كان معروفا زمن الدوران الحقيقى للكواكب التى ترى بالعين المجردة وكذلك دورة ساروس للكسوف .

وأعظم إنجازات البابليونين الأواخر تمثلها جداول «كدنو» للقمر (حوالى ٣٨٠ ق . م) ، التى إستطاعوا بمعرفتها حساب أول وقت ممكن لرؤية الهلال بعد ميلاده ، وهو معقد جدا نتيجة لحركة القمر . وقد بنى الإغريق بعد ذلك معلوماتهم الفلكية على المعرفة البابليونية ، التى عبرت مع فلك العرب الى الفلك الحديث . وعندما نعتبر فى النهاية الفلك عند البابليونين أساسا للفلك الحديث نجد أيضا أن هؤلاء قد تركوا لنا التنجيم العلم المنتحل .

كان الفلك عند المصريين أقل منه عند البابليين . ويبدو أن المصرى القديم لم يهتم برصد الكسوف والخسوف وتسجيلها بإنتظام ولا كان لهم وجهة نظر فى حركات القمر والكواكب . وقد إهتم المصريون ، وكان أغلبهم من القساوسة مثل البابليونيون ــ بالتقاويم وبالذات تحديد موعد فيضان النيل مسبقا ، والذى كان يقع فى هذا الوقت عند الشروق الإحتراقى (الهيلاكى) للشعرى اليمانية ، أى بداية ظهورها قبل شروق الشمس . وتدل الآثار المصرية القديمة على إهتمام بالنجوم الثوابت بصفة خاصة .

يمكن تتبع الفلك عند الصينيين بصورة موثوق منها حتى فى القرن الثامن قبل الميلاد . وعلى الرغم من وجود بعض التقارير (منذ ٢٣٠٠ ق . م) عن الكسوف والخسوف إلا أن ذلك ليس مؤكدا تاريخيا . ومازالت لأرصاد ما بعد ذلك (منذ حوالى عام ٧٠٠ ق . م) قيمة علمية عظيمة . ويبدو أن الصينيين ركزوا بصفة خاصة على الأحداث الفلكية مثل الكسوف ، والمذنبات والشهب والبقع الشمسية وصرفوا النظر عن إيجاد قوانين تصف حركة النجوم الجوالة . كما أنهم إكتفوا بإثبات الوقائع الفلكية بدقة كبيرة وربما كان ذلك هو السبب فى إمكانهم التنبؤ بأطوار القمر وحسابهم للكسوف مسبقا (فى القرن الأخير قبل الميلاد) . وقد كانت الأحداث الفلكية تعلل أيضا بالتنجيم عند الصينيين القدماء ، إذ تقضى الآراء الصينية القديمة بوجود علاقة وطيدة بين الأحداث السماوية والأرضية .

لم يُظهر الفلك عند الهنود مجهودا يُذكر . وكانت الحقائق قليلة جدا فى هذا الوقت كما أنها كانت مرتبطة بالألغاز والأسرار . ولم يحدث تقدم ملحوظ إلا بعد الميلاد حيث أخذوا ما هو معروفا عند الإغريق من معلومات وجعلوا يطورون فيه .

من المؤكد أن الأرصاد الفلكية بدأت مبكرة جدا عند شعوب أمريكا الوسطى وخصوصا المايا . ويحكى على سبيل المثال عن الخسوف الكلى للقمر عام ٣٣٧٩ ق . م . وعموما فإن كثيرا من النقوش على داخل الأبنية الموروثة عن المايا تحكى أساسا عن الأحداث الفلكية وعلاقتها بالتقويم الفلكى ، الذى يسود الإعتقاد بأنهم وصلوا إلى ثمرة فيه . ولا يعرف حتى الآن تفسير للمتناقضات فى تأريخ الآثار والأحداث الفلكية المنقوشة عليها .

يرتكز علم الفلك عند الإغريق أساسا على أرصاد الفلكيين البابليونين . وقد إهتم اليونانيون بصفة خاصة بمسببات الحدث أكثر من الحدث نفسه وربما كان ذلك هو السبب فى أن النظريات الأولى لمجموعة الكواكب وضعت فى بلاد اليونان . إن الأغريقيين هم أول من حاولوا وضع تفسير نظرى لحركة الكواكب النسبية . وقد إنطلق الإنسان فى هذا الوقت من مبدأ أن الأجرام السماوية آلهة مقدسة تسير بصورة مثالية ، أعتقد أن تكون الدائرة المتنظمة . وهيمنت إعتبارات الحركة الدائرية المنتظمة للأجرام السماوية على الأزمان الفلكية القديمة والعصور الوسطى إلى أن إستطاع «كبلر» على أساس من الأرصاد إثبات أن الكواكب تتحرك فى مدرات بيضاوية حول الشمس . وقبل ذلك إفترض «فيلوس كروتن» ، أحد تلاميذ «فيثاغورس» (فى نهاية القرن الخامس ق . م) أن الأرض والشمس وجميع الكواكب تدور فى دوائر حول نار مركزية ، ويواجه النار دائما جانب واحد من الأرض ، بحيث لا يرى النار سكان الجانب الآخر . وخيل للإنسان أن الشمس والقمر والكواكب وكذلك الأرض عبارة عن كرات ملتصقة بكرة كبيرة وتتحرك معها . ثم جاء «هيراقليس» (حوالى ٣٤٥ ق . م) وأسقط من إعتباره فكرة الحركة حول نار مركزية ، وأفترض أن الشمس والكواكب تتحركان حول مركز مشترك بحيث يقع الشمس والأرض دائما فى مقابل بعضهما . أما حركة النجوم الظاهرية التى أفترضت مثبتة فى كرة كبيرة ، أطلق عليها «كرة النجوم الثوابت» ، فقد أُعتقد أنها راجعة لدوران الأرض . وقد كانت الخطوات التى تلت ذلك فى تطوير نظرية مجموعة الكواكب من فكر «أرستارخ» (المولود فى حوالى عام ٣٢٠ والمتوفى فى عام ٢٥٠ ق . م) والذى كان عضوا فى أكاديمية الاسكندرية الشهيرة . إفترض أرستارخ وجود الشمس فى المركز ودوران الكواكب وكذلك الأرض حولها . كان «أرستارخ» بذلك هو أول من وضع نظرية الدوران المركزى حول الشمس . أما عدم مشاهدته حركة للنجوم الثوابت ، الشىء الذى كان يجب أن يحدث نتيجة لدوران الأرض حول الشمس ، فقد عللها «أرستارخ» بكبر كرة النجوم الثوابت للدرجة الذى يمكن معها إعتبار مدار الأرض حول الشمس بالنسبة لها صغير جدا . وأرجع أرستارخ حركة النجوم اليومية الظاهرية إلى دوران الأرض حول محورها . ولا يبدو أن أفكار «أرستارخ» قد حازت قبولا ، حيث أن «هيبارخ» و «بطلميوس» عارضاها وقاما بنشر تعاليم مركزية الأرض للكواكب . وتبعا لتلك النظرية تصبح الأرض مركزا تتحرك حوله جميع الكواكب والأجرام السماوية الأخرى فى مدارات دائرية . وقد أُعترض وقتها على دوران الأرض حول مركزها وذلك من وجهة النظر أنه إذا كان ذلك صحيحا فلابد أن يتحرك كل ما ليس ملتصقا بجسم الأرض فى الإتجاه المضاد ، أى أن السحب يجب أن تدور ، على سبيل المثال ، ظاهريا من الشرق إلى الغرب .

بينما كانت النظريات حتى ذلك الوقت لتفسير حركات المجموعة الشمسية فلسفية بحتة فقد إهتم «هيبارخ» العالم الفلكى الشهير عند القدماء (حوالى عام ١٩٠ إلى ١٢٥ ق . م) وبمساعدة نظرية التدوير (الابيسيكل) التى وضعها «برجى» ، من وصف حركات الأجرام السماوية رياضيا . وأصبح ممكنا ، لأول مرة ، بمساعدة هذه النظرية ، عمل تنبؤات

مسبقة لمواقع النجوم الجوالة على الكره السماوية مثلما عمل البابليونيون بواسطة أرصادهم . وقد طور «بطلميوس» (المولود حوالى عام ٩٠ والمتوفى حوالى عام ١٦٠ ب . م) نظرية هيبارخ وسيطرت هذه النظرية على الفلك حتى عصر «كوبرنيكوس» (← نظام الكون ، ← نظرية التدوير (الايبيسيكل)

بجانب التفكير فى تركيب مجموعة الكواكب قام الفلك عند قدماء الإغريق بانجازات أخرى . فقد حاول «أرستارخ» لأول مرة قياس أبعاد وأحجام الشمس والقمر بواسطة الأرصاد . ثم أعاد «هيبارخ» تلك الأرصاد ووجد نتائج قيمة مقربة للقمر ، فعلى سبيل المثال قدّر البعد بين الأرض والقمر بحوالى ٣٣⅔ مرة مثل قطر الأرض (بينما قيمته الحالية ٣٠¼ مرة) . أما بعد الشمس وحجمها فقد وجد لها قيمة أصغر عشر مرات عما هو معروف اليوم . وهناك إنجاز آخر قام به اليونانيون القدماء يتمثل فى القياسات الأرضية التى عملها «إراتوسثينس» (٢٧٦ ـ ١٩٤ق . م) . ويتطابق ما وجده من قيمة محيط الأرض تطابقا عجيبا مع قيمته الحقيقية . وأخيرا فلابد من ذكر سجل النجوم الذى قام بعمله «هيبارخ» والتى فقدت للأسف النسخة الأصلية منه . وقد وجد «هيبارخ» فروقا فى الإحداثيات بين أرصاده وأرصاد النجوم لمن سبقوه وعلل ذلك بأنه راجع إلى تغير منتظم فى مركز الإحداثيات ، بذلك أصبح «هيبارخ» أول مكتشف للسبق أو تبادر الاعتدالين . وقد قام «بطلميوس» بجمع كل المعلومات الفلكية المعروفة حتى ذلك الوقت فى كتاب من بين محتوياته مصنف النجوم الذى وضعه «هيبارخ» والتى فقدت النسخة الأصلية منه . عرف هذا الكتاب فى العصور الوسطى عن طريق ترجمته العربية تحت عنوانه العربى «المـاجسطى» ، وظل المرجع الأساسى لعلم الفلك حتى بداية العصور الوسطى .

بعد ذلك إنتقلت المعرفة الفلكية إلى العرب واعتمدت فى بقائها وتطورها على الثقافات العربية . وإذا لم يكن العرب قد أضافوا كثيرا إلى علم الفلك فقد كان لهم الفضل فى صيانة فلك الأقدمين وتحقيقه بالأرصاد ونشره . وقد عرفت معظم المخطوطات الفلكيه القديمة بعد ذلك فى ترجماتها العربية وقليل جدا من هذه المخطوطات أخذ طريقه المباشر إلى أوربا .

إن فكرة العرب عن تركيب المجموعة الكوكبية تعود أساسا إلى «بطلميوس» . وفى ذلك قام العرب بالأرصاد اللازمة للتأكد مما جاء به «بطلميوس» مثل زمن دوران النجوم الجوالة وحسنوا بعض هذه الأزمنة . وتؤكد نظرية الايبيسيكل قيمة جداول الكواكب التى وضعت فى ذلك الوقت . أهم هذه الجداول ما وصفه إبن يونس (حوالى عام ١٠٠٠) والجداول الألفونسية ، التى وضعها «ألفونس العاشر» (١٢٢٣ إلى ١٢٨٤) . ومع الانجازات الأساسية للفلكيين العرب ، لابد من ذكر ما هو معروف حتى الآن من إكتشافهم لتغير ميل دائرة البروج ووضع عديد من المصنفات الفلكية ومن بينها ما رصده ونشره أمير التتار «ألوج بيك» .

بعد إنتهاء فترة الازدهار الفلكى عند العرب التى كانت واضحة فى القرن الرابع عشر ، إنتقل مركز الثقل فى علم الفلك إلى أرض أواسط أوربا . وأهم ما نعرفه عن الفلك فى ذلك الوقت هو ضبطه للتقاويم وتحديد تواريخ الأعياد المسيحية وبخاصة عيد الفصح ، وكانت نظرية الايبيسيكل لبطلميوس تتخذ أساسا لتلك الحسابات . ولما كانت الاختلافات تتعاظم بإستمرار بين ما يسبق حسابه من مواقع وبين المواقع المرصودة للكواكب والقمر فقد زادت الإنتقادات حدة ، لكنها لم تؤدى إلى رفض نظرية بطلميوس . وإنما أدت إلى إعادة تحديد الثوابت الفلكية الرئيسية . وقد أدرك الانسان وقتذاك أن باستطاعته وعن طريق الأرصاد فقط أن يصل إلى

الحقيقة . وبهذا الاحساس وضع «ريجيومونتان» (١٤٣٦ – ١٤٧٦) خطة تحديد تلك الثوابت الفلكية اللازمة لتحديد الكواكب ومداراتها من جديد وذلك عن طريق الأرصاد المنتظمة لحركاتها ، لكنه لم يستطع تحقيق ذلك نظرا لموته العاجل . وبطريقة مماثلة عمل «ج . برباخ» (١٤٢٣ – ١٤٦١) والذى وضح فيما حصل عليه من معلومات أن الكسوفات الشمسية الكاملة وإن كانت تحدث نادرا إلا أنها ممكنة الحدوث . ولم يصدق «تيكوبراهى» تلك المعلومة .

حدث بعد هذا تغير حقيقى ليس راجعا لناحية الأرصاد الفلكية لكنه يرجع إلى الأبحاث النظرية . جاء ذلك نتيجة إعادة التفكير فى الأساس النظرى لنظرية الكواكب . وكان ذلك من عمل «كوبرنيكوس» (١٤٧٣ – ١٥٤٣) ، الذى وجد أن نظرية مركزية الشمس تعطى تفسيرا أكثر بساطة لحركات الكواكب عن نظرية مركزية الأرض لبطلميوس . بذلك فإنه من الأسهل التصور أن حركة النجوم الظاهرية راجعة إلى دوران الأرض حول محورها بدلا من الزعم بأن الأرض ثابتة فى المركز والنجوم الثوابت تدور حولها مثبته فى الكرة السماوية . إفترض «كوبرنيكوس» أن الكواكب تدور حول الشمس فى مدارات إهليجية وبسرعات منتظمة . ولم يستطع «كوبرنيكوس» تعليل الفروق بين النظرية والأرصاد ، الشىء الذى أبقى على نظرية الابيسيكل . وقد كانت تلك الفروق بجانب إعتراضات فلسفية ودينية أخرى سببا جعل الفلكيين الممتازين ومنهم «تيكوبراهى» يرفضون معتقدات «كوبرنيكوس» . بالاضافة إلى ذلك فقد كانت هناك إعتراضات موضوعية ضد دوران الأرض حول الشمس كما كانت ضد نظرية «هيبارخ» . وكان أصعب هذه الاعتراضات هو عدم وجود حركة إختلاف المنظر للنجوم الثوابت . إنه وإن كانت نظرية كوبرنيكوس قد إصطدمت بمقاومة عاتية إلا انها ظلت مضاهية لنظرية بطلميوس التى ظلت سائدة حوالى ألف وخمسمائة عام . حاول تيكوبراهى (١٥٤٦ – ١٦٠١) إيجاد نظرية خاصة للكواكب كحل وسط بين نظريتى بطلميوس وكوبرنيكوس لكنها لم تحظى بالرضى كنظرية منفصلة . كان تيكوبراهى يمثل الرأى بأننا نستطيع فقط من خلال الأرصاد الدقيقة أن نقارن بين النظريتين . وأعطى تيكوبراهى بأرصاده الدقيقة لخليفته «كبلر» ، الذى كان يعمل رياضيا فى بلاط القيصر بمدينة براغ ، إمكانية الفصل بين النظريتين ، فانحاز جون كبلر (١٥٧١ – ١٦٣٠) لنظرية كوبرنيكوس وحاول شرحها فى بحثه الذى سماه «بأسرار الجغرافيا الفلكية» وذلك على أسس رياضية . بالرغم من ذلك لم يستطع كبلر إيجاد توافق بين فكرته وبين الحقيقة . وعندما جاء الى براغ لدراسة أرصاد براهى على المريخ حاول تعليلها بحركة دائرية أولا ثم بحركة فى مجسم دائرى حول الشمس . لكنه لم يوفق فى إثبات صلاحية أى من الحركتين . واستطاع فقط إيجاد تطابق بين الأرصاد والنظرية عندما بدأ فى جعل الكواكب تتحرك فى مدار إهليجى تحتل الشمس أحدى بؤرتيه . قام كبلر بنشر إكتشافاته قانونى كبلر الأول والثانى فى بحث سماه الفلك الجديد «أسترنوميا نوفا» . وقد أثبت بهذا الاكتشاف أن مركزية الشمس أبسط كثيرا عن نظرية الإبيسيكل وأن مركزية الشمس تعطى بمعونة قوانين كبلر الجداول الألفونسية للكواكب . ثم نشر كبلر قانونه الثالث الذى يبين العلاقة بين زمن الدوران وحجم المدار فى بحثه «هارمونيكا موندى» . وقد تخيل كبلر النجوم الثوابت كما لو كانت منتظمة فى غلاف رقيق لكرة تحدد نهاية الكون . وقد رفض كبلر بذلك رفضا قاطعا تعاليم برونو (١٥٤٨ – ١٦٠٠) التى تقول فى معرض من حديثها عن تصورات فلكية غير معتمدة على تدليل ، بأن النجوم الثوابت عبارة عن شموس أخرى مبعثرة فى جميع أنحاء الكون .

وفى وقت المنازعات على أصح نظرية للكواكب

حدث إختراع المنظار الذى تطور بسرعة ليكون أهم آلة بالنسبة لعلماء الفلك . وبإختراع المنظار ترتبط إكتشافات هامة جذبت إهتمام الناس وأدت إلى تغيير بعض المعتقدات الحديثة عن الفلك . كان من بين ما أكتشف جاليليو (١٥٦٤ – ١٦٤٢) بواسطة منظار ذا عدسة واحدة من صنع يده كل من أقمار المشترى وتغيير أطوار الزهرة والجبال القمرية وكذلك حقيقة أن سكة التبانه مكونة من مجموعة كبيرة من النجوم . وقد أعتبرت هذه الإكتشافات دليلا على صحة تعاليم كوبرنيكوس . والشىء العجيب أن جاليليو نفسه لم يهتم بتعالم كبلر الواضحة . فى نفس الوقت تقريبا تم كذلك إكتشاف البقع الشمسية ثم إكتشف «فابريشيوس» (١٥٦٤ – ١٦١٧) أولى النجوم المتغيرة ووضع «باير» (١٥٧٢ – ١٦٢٥) أول خريطة محكمة الإستعمال للنجوم . كما تم فى هذا الوقت أيضا تعديل التقويم فى عهد البابا جريجورى الثالث عشر (١٥٨٢) .

يغلب على القرن الذى تلى كبلر اسم نيوتن (١٦٤٣ – ١٧٢٧) . وكان كبلر قد قال بناءا على دراساته لحركة الكواكب حول الشمس أن هناك قوة تخرج من الشمس وترغم الكواكب على البقاء فى مداراتها إلا أنه لم يوفق فى المجىء بدليل على ذلك . وبقى هذا لنيوتن ، الذى أثبت أن القوة التى تسبب حركة الكواكب حول الشمس تتناسب عكسيا على مربع المسافة بين الكواكب والشمس . وأصبح بذلك واضحا تمثيل حركة الكواكب حول الشمس فى قطاعات مخروطية عن طريق تطبيق قانون كبلر الثانى وأستنتج نيوتن أن هذه القوة مشابهة تماما لتلك القوة التى تجعل على سبيل المثال حجرا يسقط على الأرض . نشر نيوتن قانون الجاذبية الذى نتج عن هذه الأفكار فى بحثه الرئيسى «فيلوسوفيا ناتشراليس برنسيبيا ماتياتيكا» واستطاع بمعونة هذا القانون وضع نظرية لكل من المد والجذر والسبق أو تبادر الإعتدالين .

كانت التحسينات التى طرأت على المناظير وطرق تركيبها وكذلك على الساعات هامة فى النجاح التالى لعلم الفلك . وعلى وجه الخصوص لابد من ذكر «رومر» (١٦٤٤ – ١٧١٠) الذى بنى أول دائرة زوال فى عام ١٧٠٤ ، وكذلك هيجنز (١٦٢٩ – ١٦٩٥) الذى بنى أول ساعة ذات بندول . قامت أولى المراصد الكبيرة فى ذلك الوقت ، بعد تلك التى شُيدت فى عهد تيكوبراهى ؛ مثل مرصد باريس فى حوالى عام ١٦٧٠ وبعده بقليل من السنين مرصد جرينتش ثم المرصد الذى أفتتح فى برلين عام ١٧٠٠ .

إستطاع كازينى (١٦٢٥ – ١٧١٢) فى عام ١٦٧٢ ، وبإستعمال قانون كبلر الثالث حساب المسافة الهامة بين الشمس والأرض وذلك بإستعمال أرصاد المريخ . وقد كان هذا أول تحديد دقيق لبعد جرم سماوى أبعد من القمر . وأقترح هالى (١٦٥٦ – ١٧٤٢) فى عامى ١٦٩٣ ، ١٧١٢ طريقة محسنة لذلك . كما قام هالى لأول مرة فى عام ١٧٠٦ بحساب مدار المذنبات حول الشمس وأوجد أزمان عودة المذنب المسمى بإسمه . وكانت طريقه تحديد المدارات قد عُرفت عن نيوتن قبل ذلك . ومن خلال هذه الحسابات أصبح من الواضح أن المذنبات هى أجرام سماوية قائمة بذاتها وليست ظواهر تحدث فى جو الأرض كما ساد من إعتقادات فى العصور الوسطى وبعض الأحيان بعد ذلك بقليل . كذلك حاول الفلكيون دائما إكتشاف إختلاف المنظر الناتج عن حركة الأرض فى دورانها حول الشمس . ولو أن هذا لم يتم حتى فى القرن الثامن عشر إلا أن التحديد الآخذ فى الدقة للمواقع أعطى ثماره ؛ ففى عام ١٧١٨ إكتشف هالى الحركة الذاتية للنجوم . وفى عام ١٧٢٨ اكتشف برادلى (١٦٩٢ – ١٧٦٢) الزيغ الضوئى . كما ظهرت مصنفات نجمية جديدة بعد أن أصدر «هيفيلوس» آخر مصنف قبل إستعمال المنظار فى عام ١٦٦١ . ومن المصنفات المعروفة ما أصدره

المديرون الثلاثة لمرصد جرينتش ؛ فلامستيد (١٦٤٦ ــ ١٧١٩) وهالى وبرادلى . وقد كان ما أصدره هالى فى عام ١٦٧٩ هو أول مصنف لنصف الكرة السماوى الجنوبى .

بعد إكتشاف الجاذبية تطور علم الديناميكا السماوية كفرع من فروع الفلك وساد حتى بداية القرن التاسع عشر . وإذا بدت حركة جسمين حول بعضهما سهلة فإن هناك كثيرا من الصعوبات تقابلنا عندما نأخذ فى الإعتبار تأثير جسم ثالث على مداريهما . بهذه المسألة إنشغل كبار الرياضيون والفلكيون فى القرن الثامن عشر ، الذى يُمثل نصفه الثانى عصر إزدهار لتلك الدراسات . وهنا يأتى ذكر أسماء كل من «أويلر» (١٧٠٧ ــ ١٧٨٣) ، وكليروت» (١٧١٣ ــ ١٧٦٥) ، و «دالمبرت» (١٧١٧ ــ ١٧٨٣) وأخيرا «لاجرانج» (١٧٣٦ ــ ١٨١٣) ولابلاس (١٧٤٩ ــ ١٨٢٧) . وتوج هذه الفترة البحث المشهور بعنوان «ميكانيك سيليستى» (١٧٩٩ ــ ١٨٢٥) الذى قام فيه لابلاس بإلقاء نظره على أعماله وعلى نتائج الميكانيكا السماوية التى تمت فى عصره . وفى نطاق الميكانيكا السماوية تم تبسيط طريقة تحديد مدارات المذنبات فى عام ١٧٩٧ بواسطة «أولبرز» (١٧٤٨ ــ ١٨٤٠) تبسيطا كبيرا . كما قام «جاوس» (١٧٧٧ ــ ١٨٥٥) بحل مشكلة تعيين مدارات الكويكبات كلية فى بحثه المنشور عام ١٨٠٩ حتى أن طريقته يمكن إستعمالها حتى الآن بتعديلات بسيطة فقط على أجزاء غير مهمة .

فى هذه الفترة نجحت الأرصاد فى شيئين جذبا انتباه العامة أكثر من التقدم النظرى . فى عام ١٧٨١ إكتشف «هرشل» (١٧٣٨ ــ ١٨٢٢) يورانوس ، أول كوكب لم يكن معروفا منذ القدم . وفى ١٨٠١/١/١ اكتشف «بيازى» (١٧٤٦ ــ ١٨٢٦) «سيرس» ، أول كويكب . وقد كان من الممكن أن لا تدرك الأرصاد هذا الكويكب لولا أن «جاوس» طوّر طريقته لتحديد المدارات فأمكن بواسطتها تحديد زمن ومدار الكويكب . بعد ذلك بدأ البحث عن تلك الكويكبات فاكتشفت منها ثلاثة ؛ بواسطة «أولبرز» عام ١٨٠٢ و«هاردنج» (١٧٦٥ ــ ١٨٣٤) فى عام ١٨٠٤ ثم «أولبرز» ثانية فى عام ١٨٠٧ .

اكتسب «هرشل» شهرته نتيجة لإكتشافه يورانوس وشجعه ذلك على مواصلة دراساته الكلاسيكية لتوزيع النجوم فى الكون . وفى هذا المجال ظهرت فى منتصف القرن الثامن عشر ثلاثة أعمال توقعت نتائج أبحاث جاءت بعدها بوقت طويل ؛ فى عام ١٧٥٠ عمل من أعمال «رايت» (١٧١١ ــ ١٧٨٦) أدى فى عام ١٧٥٥ الى ظهور «التاريخ الطبيعى العام ونظرية الكون» «لأمانويل كانت» (١٧٢٤ ــ ١٨٠٤) والخطابات الفلكية من «لامبرت» (١٧٢٨ ــ ١٧٧٧) . فبينما اعتبر كبلر النجوم الثوابت ملتصقة بكرة ثابتة فقد ظهرت فى هذه الأعمال توقعات أن النجوم موزعة فى الفضاء داخل نظام نجمى مبطط يظهر للرائى من على سطح الأرض كحزام سكة التبانه . وقد وضع «كانت» بذلك الأسس العلمية لنشأة وتطور مجموعة الكواكب والتى يُعتد بها فى النظريات الحديثة وتذكر فى الغالب مرتبطة بعمل لابلاس .

أراد هرشل تحديد تركيب المجموعة النجومية من خلال تعداد النجوم الموجودة فى عدسة منظاره الذى بناه بنفسه ، وبذلك أصبح مؤسسا لعلم الإحصاء النجمى . وقد توصل هرشل إلى الاقتناع بأن النجوم موزعة فى نظام عدسى مفلطح ، لكن الأبعاد الذى إستنتجها لهذا النظام أصغر بكثير من الحقيقة . ومن خلال ما تجمع له من معلومات عن السدم المضيئة الدائرية والبعيدة وصل هرشل إلى الإعتقاد بأنها شبيهه بالطريق اللبنى ، الا أنه تنازل عن هذا الإعتقاد بعد ذلك على الرغم من أننا الآن نعرف صحته .

تميز كل من القرن التاسع عشر والعشرين بتطور ما لدينا من معلومات فلكية إلى علم مستقل للفلك يزداد فى الإعتماد على نفسه . إلا أنه كان هناك بعض الفلكيين الذين تمسكوا بفلك المواقع ومن هؤلاء « بيزل » (١٧٨٤ – ١٨٤٦) أحد كبار الفلكيين فى عصره . إعتقد « بيزل » أن واجب الفلك الوحيد هو إيجاد قواعد لحركة الأجرام السماوية نستطيع بمعونتها تحديد المواقع فى أى وقت ، أما ماعدا ذلك وإن كان مهما إلا أنه لا يستحق منا الإهتمام الكبير . وبهذه النظرة عكف « بيزل » على تحسين أسس تحديد المواقع وأعاد تعيين ثوابت الترنح والسبق والزيغ والإنكسار بكل إهتمام وزاد من دقة أرصاد المواقع إلى أقصى حد معروف فى زمنه . بذلك أصبح من الممكن تحديد أول إختلاف فى منظر النجوم الثوابت . كما تمكن « بيزل » بالاضافة إلى ذلك من تحديد بعد النجم ٦١ – الدجاجة . وفى نفس العام أمكن نفس الشىء لكل من النجوم ؛ النسر الواقع وألفا قنطورس بواسطة كل من « ستروفا » (١٧٩٣ – ١٨٦٤) وهندرسون (١٧٩٨ – ١٨٤٤) . وبهذا عرفنا من الكون منطقة أوسع من مجموعتنا الشمسية . وقد إعتنى « ستروفا » ومساعدوه فى مرصد بلكوفو بالدراسات عن النجوم المزدوجة التى أسسها « هرشل » ووصلو بها إلى ذروتها .

فى حوالى منتصف القرن التاسع عشر عاصرت الميكانيكا السماوية أكبر نصر لها وذلك بإكتشاف الكوكب الجديد نبتون . وقد كان توقع وجود هذا الكوكب أولا بالحسابات وذلك عن طريق الاضطرابات التى يثيرها هذا الكوكب على حركة الكوكب يورانوس وكان أن تم إكتشاف نبتون بعد ذلك فى السماء قريبا من الموقع المحسوب . قام بالحسابات فى نفس الوقت كل على إنفراد « ليفرير » (١٨١١ – ١٨٧٧) و« آدمز » (١٨١٩ – ١٨٩٢) . ثم تمكن « جالى » (١٨١٢ – ١٩١٠) فى عام ١٨٤٦ أيضا من إكتشافه مستعملا حسابات ليفرير . أثبت هذا النجاح تماسك وصلاحية الميكانيكا السماوية . وقد تكررت الأحداث عند إكتشاف الكوكب بلوتو ، الذى تنبأ بوجوده « لوفل » (١٨٥٥ – ١٩١٦) على أساس إضطرابات تحركات نبتون وتم إكتشافه فى عام ١٩٣٠ وإن كان هذا الحدث لم يترك نفس الانطباع الذى تركه إكتشاف نبتون .

أصيبت الميكانيكا السماوية ببعض التجمد بعدما وجده « بوانكاريه » (١٨٥٤ – ١٩١٢) و« برونز » (١٨٤٨ – ١٩١٩) من أنه لا يوجد حل كامل لمسألة حركة الثلاث أجسام .

تميز النصف الثانى من القرن التاسع عشر بظهور مجال جديد هو الفيزياء الفلكية . فبينما لم يهتم الباحثون بالحالة الطبيعية للأجرام السماوية نجد أن هذه الدراسات أخذت تحتل مكانا يزداد فى الكبر يوما بعد يوم فيما بعد . والفيزياء الفلكية تمثل حاليا المجال الأساسى فى دراسة الفلك . وترجع الإنتصارات الكبيرة للفيزياء الفلكية إلى إدخال التصوير الفوتوغرافى فى الفلك ، حيث أصبح من الممكن عن طريق ذلك دراسة أجسام خافتة الإشعاع . ينطبق هذا بصفة خاصة على دراسة أطياف النجوم الذى لم يكن ممكنا بدون التصوير الفوتوغرافى . كذلك فقد نتج أيضا عن طريق إدخال التصوير فى فلك المواقع إرتفاع بدقة الأرصاد .

تمكن « فراونهوفر » (١٧٨٧ – ١٨٢٦) فى عام ١٨١٤ من قياس ٥٠٠ خط من طيف الشمس . واستنتج كيرشوف (١٨٢٤ – ١٨٨٧) وبنسون (١٨١١ – ١٨٩٢) من مقارنة خطوط فراونهوفر بطيف العناصر الأرضية فى المعامل ، أن هذه الخطوط الطيفية ناتجة من عناصر أرضية كثيرة معروفة وفى حالة غازية . ويمكن إعتبار هذا البحث (١٨٥٩) بداية للفيزياء الفلكية الحقيقية . فمن خلال هذا الإكتشاف أمكن رفض الفكرة التى تمسك بها « بيزل » على سبيل المثال والتى تقضى بأن للشمس

نواة تظهر داكنة من خلال البقع الشمسية ، لأنها ليست صحيحة فيزيائيا . وجاءت الدراسات الطيفية للشمس فى نهاية القرن التاسع عشر فى أبحاث «رولاند» (١٨٤٨ ـ ١٩٠١) ، والذى قاس ما يقرب من ٢٠٠٠٠ خط طيفى . وبمرور الزمن إكتشف تطابق خطوط أكثر منها مع أطياف العناصر الأرضية . وقد أتت الأبحاث على أطياف البقع الشمسية بتقدم آخر حيث أثبتت وجود مجال مغناطيسى قوى جدا فى بعض الأماكن كما أوضح ذلك هالى (١٨٦٨ ـ ١٩٣٨) فى عام ١٩٠٨ . ولما كانت الشمس هى أقرب نجم إلى الأرض فقد تركز عليها إهتمام الفلكيين حتى أنه نشأ بمرور الوقت ما سمى «بفيزياء الشمس» . ويؤخذ منذ زمن طويل أرصاد النشاط الشمسى بإنتظام . وتمكن «شوابا» (١٧٨٩ ـ ١٨٧٥) ، والذى قام بالتسجيل اليومى للبقع الشمسية ورسمها بإنتظام منذ عام ١٨٢٦ ، وذلك فى عام ١٨٤٣ من إكتشاف دورية شيوع البقع الشمسية بينما تمكن «وولف» (١٨١٦ ـ ١٨٩٣) من تحديد هذه الدورة . عرفت فى ذلك الوقت أيضا العلاقة بين ماهية البقع الشمسية والمجال المغناطيسى الأرضى وكذلك إعتماد فترة دوران الشمس على خط عرض الحزام المرصود منها .

قام «سيخى» (١٨١٨ ـ ١٨٧٨) بدراسة أولى أطياف النجوم . وأدخل فى عام ١٨٦٨ أول تقسيم لطيف النجوم ، الذى قام «فوجل» (١٨٤١ ـ ١٩٠٧) بتطويره فى عام ١٨٧٤ . وقد كانت أعمال «هيجنز» (١٨٢٤ ـ ١٩١٠) من الأعمال الرائدة حيث تعرف على خطوط الهيدروجين ومعادن أخرى فى طيف النجوم . بذلك أمكن إثبات أنه من العناصر الموجودة على سطح الأرض توجد بعضها على الأقل فى أجواء الشمس والنجوم . من هنا وجد إفتراض وحدة مادة بناء الكون دليلا يرتكز عليه وربما تأكد بذلك تماما . وقد مكن بناء المطيافات النجمية الكبيرة ، والذى عمل «فوجل» من أجلها الكثير ، من إحراز تقدم كبير فى دراسة أطياف النجوم .

أمكن من دراسة أطياف النجوم ، بتحليل عال ، قياس إزاحات خطية راجعة لظاهرة دوبلر ، والحكم عليها بأنها ناشئة من حركة خطية للنجم كله أو القشرة الخارجية منه التى يأتينا منها ضوء النجم . وكان «فوجل» و«شتينر» (١٨٥٨ ـ ١٩١٣) فى عام ١٨٩٠ أول الذين قاسوا السرعات الخطية . وأدت هذه الأبحاث إلى زيادة معلوماتنا عن حركات النجوم . وفى أثناء البحث فى السرعات الخطية للنجوم تم إكتشاف النجوم المزدوجة طيفيا (المزدوجات الطيفية) . كذلك أمكن من خلال الدراسات الطيفية تفسير التغيير الإشعاعى لأنواع معينة من النجوم المتغيرة : فقد تمكن «بيلوبولسكى» (١٨٥٤ ـ ١٩٣٤) من إثبات أن السرعات الخطية فى الطبقات الخارجية للنجم دلتا فيفاوى تتغير دوريا ، والشىء الذى يوحى بنبض ، أى تغيير دورى فى قطر النجم . ومن خلال دراسة السرعات الخطية لمجموعة متغيرة أخرى أمكن إثبات أن تغيير ضوئها راجع إلى الاختفاء الدورى لعضوى نجم مزدوج . بهذا أصبح واضحا ماهية إختلاف الضوء فى كل من النجوم النابضة والمتغيرات الكسوفية .

ونتيجة لإمكان تحديد السرعة الخطية ، أصبح ممكنا كذلك تعيين كتل النجوم المزدوجة .

كان تحديد لمعان النجوم يسير تبعا للتقدير حتى منتصف القرن التاسع عشر ، بحيث كان المقياس الذى وضعه بطلميوس للنجوم التى ترى بالعين المجردة ، يطبق كذلك على ما يُرى بالمنظار من نجوم ، إلى أن جاء التحديد الدقيق لمقياس اللمعان والذى يحتوى على تعليمات دقيقة لتعيين قدر النجم وذلك فى عام ١٨٥٤ بناء على إقتراح «بوجسون» (١٨٢٩ ـ ١٨٩١) . وتبعا لذلك أعيد بناء الطرق الفوتومترية واستكملت أجهزة القياس . وقد بذل «تزولنر» (١٨٣٤ ـ ١٨٨٢) جهودا كثيرة فى هذا المجال

وأعطت أرصاد كل من «بيكرينج» (١٨٤٦ - ١٩١٩) و«ميلر» (١٨٥١ - ١٩٢٥) و«كمف» (١٨٥٦ - ١٩٣٦) قيما دقيقة للمعان. وقد قام «شوارتز شيلد» (١٨٥٦ - ١٩٣٦) أكثر من غيره بدراسة نتائج تعيين اللمعان فوتوغرافيا ونشر أول لمعان للنجوم موثوق به. وكان لإدخال طريقه القياس الكهروضوئي تأثير كبير في رفع رقة الأرصاد الإشعاعية. تم ذلك على يد «جوتينك» (١٨٧٩ - ١٩٤٧) و«روزنبرج».

تعتبر القياسات الطيفية الفوتومترية حلقة إتصال بين كل من الدراسات الطيفية والفوتومترية. وبمعونتها أمكن قياس شدة الخطوط الطيفية وتوزيع شدة الطيف المستمر. وأصبح من المستطاع عن طريق تطبيق قوانين الإشعاع الطبيعية على تلك القياسات إستنباط درجة حرارة الأجرام السماوية. كان أول تعيين لدرجة الحرارة بهذه الطريقة في عام ١٨٨٠ حيث قام «لانجلي» (١٨٣٤ - ١٩٠٦) بتحديد درجة حرارة الشمس و«ويلسنج» (١٨٥٦ - ١٩٤٣) ثم بعده «شاينر» بتحديدها كذلك للنجوم.

تبع الأرصاد الفيزيائية الفلكية للنجوم دراسات نظرية للحالة الطبيعية وبالذات في الأجزاء الداخلية من النجوم التي لا تصل إليها أرصادنا. وترجع أولى الأبحاث في هذا الشأن، بالاضافة إلى أنها تعالج كذلك مصادر الطاقة في النجوم إلى «هلمهولتز» (١٨٢١ - ١٨٩٤). وقد اعتقد هلمهولتز أن طاقة الشمس التي تشعها ترجع إلى الإنكماش واتضح بعد ذلك خطأ هذا الإعتقاد. وتبنى نظرية تركيب النجوم على القوانين الطبيعية وبالذات قوانين الديناميكا الحرارية ونظرية الكم. قاد هذه النظرية أولا «لين» ثم بعد ذلك «إمدن» (١٨٦٢ - ١٩٤٠) و«شوارتز شيلد» أكثر من غيرهما. وفي خلال العشرينات من القرن العشرين أثمرت النظرية على يد «إدنجتون» (١٨٨٢ - ١٩٤٤) من خلال أفكاره عن إنتقال الطاقة المتحررة في داخل النجم إلى الخارج على هيئة اشعاعات. وفي عام ١٩٣٨ إستطاع «بيتي» و«فون فيزاكر» إثبات وجود عمليات نووية لها القدرة على إنتاج الطاقة الهائلة تُشعها النجوم. تقوم الأبحاث في نظرية بناء النجوم هذه الأيام بحساب نماذج نجومية وكذلك ببحوث خاصة عن تطور النجوم. وفي هذا الشأن أمكن بإستخدام الحاسبات الاليكترونية ذات الكفاءة العالية حساب التطور الزمني الذي يحدث في ملايين السنين وبلايينها في تركيب النجوم. كما أمكن كذلك إعطاء تفسير نظري لتوزيع النجوم في الشكل (هرتز سبرنج - رسل) الذي أوجده كل من «هرتز سبرنج» (١٨٧٣ - ١٩٦٧) و«ورسل» (١٨٧٧ - ١٩٥٧). وقد أخذت الأبحاث حول نشأة النجوم تزداد في الأهمية وكان إكتشاف التجمعات النجومية بواسطة الفلكي السوفيتي «أمبرتسوميان» عام ١٩٤٧ ذو أهمية كبيرة في هذا المجال.

في مجال أبحاث مجرتنا تأتى أبحاث «زيليجر» (١٨٤٩ - ١٩٢٤) و«كابتين» (١٨٥١ - ١٩٢٢) بعد ما قام به «هرشل» من أبحاث. حاول الإثنان وضع شروحا رياضية شكلية لتوزيع النجوم، لكنه ثبت أن ذلك لا يعطى التوزيع المشاهد لها وحتى يمكننا ذلك لابد لنا من تطبيق طرق إحصائية بحتة، قام «كابتين» بالإنتهاء من عمل غالبيتها. وكان «شابلي» أول من إستنتج الأبعاد الحقيقية لمجرتنا، حيث حدد في عام ١٩١٨ وبدقة مسافة الحشود النجومية الكروية. ثبت من ذلك أن قطر الدائرة التي تقع تلك الحشود على محيطها أكبر بكثير مما عرفناه لقطر المجرة. وبجانب توزيع النجوم في المجرة فإن الحركات النسبية للنجوم في داخل المجرة لها أهمية أيضا. وقد فسر كل من «أوورت» و«لندبلاد» (١٨٩٥ - ١٩٦٥) بين عامي ١٩٢٦، ١٩٢٧ الحركات المنتظمة للنجوم سواء منها الحركة الذاتية أو الخطية وذلك عن طريق الدوران التفاوتي للمجرة.

ويرجع الفضل للفلكى «هبل» (١٨٨٩ ـ ١٩٥٣) فى معرفة أن الأشكال السديمية، والتى تظهر غالبا فى صورة حلزونية، ليست أعضاء فى مجرتنا ولكنها خارجية. كما إستطاع «هبل» كذلك فى عام ١٩٢٩ ولأول مرة قياس البُعد إلى مجرة خارجية. وقد أعطت دراسات «هبل» إستناجات لأبعاد تلك المجرات. اتضح أن هذه الأبعاد من نفس رتبة مجرتنا، كما أمكن التدليل على أن هذه الأجسام السماوية ما هى إلا مجرات شبيهة بمجرة سكة التبانه. وكان من الأهمية بمكان ما أمكن، بإستعمال المنظار العاكس الكبير فى مراصد مونت ويلسون وبالومار، من تميز نجوم فى تلك المجرات الخارجية، بل إنه أمكن أخذ أرصاد لأطياف هذه النجوم. وترتبط أغلب هذه الدراسات بإسم الفلكى «بادى» (١٨٩٣ ـ ١٩٦٠)، الذى أدرك أن أنواع النجوم المختلفة فى تجمع ما من مجموعة نجومية يمكن تنسيقها فى جمهرات تكون بمثابة تقسيم للأعمار المختلفة.

دخلت، عن طريق الدراسات حول المجرات الخارجية، أكبر لبنات الكون فى مجال الأرصاد العلمية. ومن المهم جدا ما تم إكتشافه من أن طيف المجموعات النجومية له إزاحة حمراء تتناسب مع المسافة بيننا وبين هذه المجموعات. وتم تفسير تلك الإزاحة بتمدد الكون كله. كما نشأت من نظرية النسبية لآينشتين (١٨٧٩ ـ ١٩٥٥) نماذج نظرية للكون مثل الذى قدمه «دى سيتر» (١٨٧٢ ـ ١٩٣٤) و«فريدمان» (١٨٨٨ ـ ١٩٢٥) ويتطلب وجود تمدد الكون. كما يعطينا إشعاع الثلاث درجات كلفن فى الوقت الحديث إمكانية تأييد وتطوير للآراء النظرية عن الحالة الأولى للكون بطريق الأرصاد.

دخل فرع جديد للفلك فى النصف الأول من القرن العشرين، وهو دراسة مادة ما بين النجوم. فقد إستطاع «وولف» (١٨٦٣ ـ ١٩٣٢) على أساس تعداد النجوم إثبات وجود مادة داكنة بين النجوم تمتص الضوء. كذلك تمكن «هارتمان» (١٨٦٥ ـ ١٩٣٦) فى عام ١٩٠٤ إعطاء الدليل على وجود مادة غازية إتضحت فيما حصل عليه من خطوط الكالسيوم الثابتة. وتعتبر نظرية ما بين النجوم حاليا أحد الفروع الهامة فى الفيزياء الفلكية.

يعد الفلك الراديوى أحد الفروع الحديثة فى الفيزياء الفلكية. ويرجع بداية الفلك الراديوى إلى الأرصاد التى قام بها «يانسكى» فى عام ١٩٣٢، إلا أن الابحاث الراديوية الفلكية بدأت فعلا بعد الحرب العالمية الثانية وأدت إلى فهم أكثر للظروف الطبيعية فى مادة ما بين النجوم. واحتلت أرصاد الهيدروجين فى نطاق الطول الموجى ٢١سم مكانا بارزا بعد ما أثبت «فان دى هولست» فى عام ١٩٤٤ إمكانية رصدها. كما أصبح ممكنا عن طريق الأرصاد إثبات حلزونية المجرة. وفى أثناء البحث عن أجسام راديوية معينة تم إكتشاف أجسام كونية جديدة غير معروفة وغير مفهومة فى تركيبها الطيفى: وتلك هى الراديويات الشبيهه بالنجوم والراديويات النابضة التى أصبحت معروفة بعد ذلك تحت إسم الكوازارز والبلسارز على التوالى.

نشأ مجال بحث جديد للأرصاد الفلكية بإدخال الصواريخ وسفن الفضاء. وأمكن عن طريق الإمكانية الجديدة إطالة النطاق الطيفى بحيث يشمل مناطق الإشعاع فوق البنفسجى والسينى وأشعة جاما. وفوق هذا أصبحت القياسات المباشرة ممكنة فى منطقة ما بين الكواكب وفى الغلاف الجوى وفوق سطوح الكواكب القريبة من الأرض وعلى سطح القمر.

علم النجوم

astronomy
astronomie *(sf)*
sternkunde *(sf)*

هو ← علم الفلك.

علم الهيئة

astrognosy
astrognosie *(sf)*
Astrognosie *(sf)*

المعارف عن سماء النجوم كما تبدو للعين المجردة .

عمر الخيام

Omar Khayyam *(A)*

هو عمر الخيام الرياضي والفلكي والشاعر الفارسي (حوالى ١٠٥٠ ـ حوالى ١١٢٣) يرجع إليه الفضل الأكبر في عمل التقويم الفارسي الذي لا يتعدى الخطأ فيه يوما واحدا كل ٥٠٠٠ سنة.أعد جداول فلكية . ويرجح أن يكون هو مكتشف نظرية المتواليات . وقد قام بوضع الحلول الهندسية والجبرية لمعادلات الدرجة الثانية وبعض معادلات الدرجة الثالثة . وهو شهير في الغرب بخيالاته وفلسفته الشعرية . وقد تم إطلاق إسمه على إحدى مناطق الجانب الآخر من سطح القمر .

عمر القمر

age of the moon
âge de la lune *(sm)*
Mondalter *(sn)*

هو الفترة الزمنية المنقضية منذ آخر هلال ؛ وهي تعطى بذلك مقياسا لما عليه ← طور القمر .

عمر الكون

age of the universe
âge de l'Univers *(sm)*
Weltalter *(s)n)*

← تحديد العمر .

العمق الضوئي

optical depth
épaisseur optique *(sf)*
optische Tiefe *(sf)*

هو مقياس لعدم نفاذية الضوء في المادة . وفي أسهل الحالات ، عندما تكون الطبقة متجانسة ، فإن عمقها الضوئي يصبح عبارة عن حاصل ضرب العمق الهندسي (بالسنتيمتر) في معامل إمتصاص المادة . وطبقة عمقها الضوئي ع = ١ تضعف الضوء الساقط عموديا عليها إلى حوالى ⅓ قيمته الأصلية . والطبقات ذات العمق الضوئي الكبير بالنسبة للوحدة هي من الناحية العلمية غير منفذة ويرمز لها بأنها **عميقة ضوئيا** . أما الطبقات ذات العمق الضوئي الأقل كثيرا عن الوحدة فإنها منفذة وتعرف بأنها **رقيقة ضوئيا** . وحسب تعريف العمق الضوئي فإن طبقة ما يمكن أن تكون عميقة ضوئيا وهي رقيقة نتيجة لأنها مكونة من مادة شديدة الإمتصاص أو أنها سميكة هندسيا ومادتها قليلة الإمتصاص . ولما كان معامل الإمتصاص يعتمد على طول الموجه فإن طبقة واحدة لها كثير من الأعماق الضوئية عند الأطوال الموجية المختلفة . وعلى سبيل المثال فإن الإكليل الشمسي وإن كان رقيقا ضوئيا بالنسبة للضوء البصري أي منفذا له إلا أنه عميق ضوئيا بالنسبة للموجات الراديوية ، أي غير منفذ لها .

عملاق

Giant
géante *(sf)*
Gigant *(sm)*, Riese *(sm)*

أحد ← النجوم العالقة .

العمليات النووية

nuclear reactions
réactions nucléaires *(pf)*
Kernprozesse *(pm)*

هي التفاعلات التي تحدث بين نوى الذرات ويتحرر أثناءها طاقة ← إنتاج طاقة النجوم .

العنّاز

Auriga, Aur *(L)*
Charioteer
cocher *(sm)*
Fuhrmann *(sm)*

كوكبة ← ممسك الأعنه .

عناصر التماس

osculating elements
éléments osculeateurs *(pm)*
Oskulations elemente *(pn)*

← الإضطرابات .

عناصر المدار

elements of the orbit
èlèments d'Orbite *(pm)*
Bahnelemente *(pn)*

هى الأبعاد التى تحدد مدار الجرم السماوى من حيث وضعه وشكله وحجمه وموقعه فى وقت معين . وهذه العناصر هى :

(١) **الميل** i لمستوى المدار على المستوى الأساسى للإحداثيات المستخدمة ، ويكون ذلك عبارة عن المستوى البروجى (الكسوف) فى حالة المجموعة الشمسية .

(٢) **طول العقدة الصاعدة** Ω أى الزاوية المقاسة على الدائرة الكسوفية بين إتجاه نقطة الربيع وإتجاه العقدة الصاعدة .

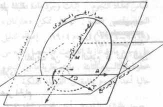
(٣) **المسافة** ω **للحضيض الشمسى** P **عن العقدة الصاعدة** ، أى الزاوية المقاسة فى مستوى المدار بين إتجاه العقدة الصاعدة وإتجاه الحضيض الشمسى . وأحيانا يستعاض عن ذلك **بطول الحضيض الشمسى** π أى مجموع طول العقدة الصاعدة والمسافة بين الحضيض والعقدة الصاعدة .

(٤) **نصف القطر الأكبر** a للمدار .

(٥) **الإهليجية العددية** أى النسبة بين المسافة من مركز المدار حتى بؤرته إلى نصف القطر الأكبر للمدار .

(٦) **زمن الحضيض الشمسى** أى الوقت الذى يمر فيه الجرم السماوى خلال الحضيض الشمسى .

يحدد ميل مستوى المدار وطول العقدة الصاعدة وضع المدار فى الفضاء بالنسبة للإحداثيات المستخدمة . والمسافة بين الحضيض والعقدة الصاعدة تحدد دوران المدار أى ميله على مستواه . أما العناصر



عناصر المدار :
M المركز ، B بؤرة المدار ، i ميل مستوى المدار ، ☊ العقده الصاعده ، ☋ العقده الهابطه ، Ω طول العقده الصاعده ، ♈ نقطة الربيع ، p حضيض المدار ، ω بعد الحضيض عن العقده الصاعده .

الباقية فتحدد شكل وأبعاد المدار وبذلك فهى لا تعتمد على نظام الإحداثيات المستخدم .

وبمعرفة عناصر مدار جرم سماوى يتحدد مداره وموقعه فى وقت معين . وإستنتاج عناصر المدار من مهام ← تعيين المدار .

عِنَّاق الأرض ، العِنَّاق

Alamak *(A)*

هو النجم γ (جاما) من نجوم المرأة المسلسلة . وهو عبارة عن نجم ثلاثى ، النجم الأساسى فيه لمعانه الظاهرى من القدر ١٦ر٢ والنوع الطيفى **K3** وينتمى إلى نوع قوة الإشعاع **III** ، أى أنه عملاق أحمر . وعلى بعد ١٠ً من النجم الرئيسى يوجد مزدوج بصرى أقدار مركبتيه ٥ر٥ ، ٣ر٦ ويبعدان عن بعضهما بحوالى ٣ر٠ً . ونجم العناق أو العنزة يبعد عنا بحوالى ٨٠ بارسك أى ٢٦٠ سنة ضوئية .

العنصر الحرارى

thermoelement
couple thermoélectrique *(sm)*
Thermoelement *(sn)*

هو مُستقبل إشعاعى يستخدم فى ← فوتومترات خاصة حساسة للضوء فى نطاق طيفى عريض .

العنزه

Alamak

هو ← عناق الأرض .

العنقاء

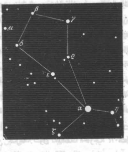
Phoenix, Phe *(L)*
phoenix
phénix *(sm)*
Phoenix *(sm)*

هى إحدى كوكبات نصف الكرة الجنوبية وترى مائلة على الأفق الجنوبى من خطوط عرض معظم البلاد العربية فى ليالى الخريف والشتاء .

العواء

Bootes, Boo *(L)*
bear driver, Kitte
bouvier *(sm)*
Bärenhutter *(sm)*

إحدى كوكبات نصف الكرة الشمالى التى ترى فى ليالى الربيع . وقد إستمدت هذه الكوكبة إسمها من مجاورتها للعربة السماوية الكبيرة فى كوكبة الدب الأكبر ، حيث تتعقب العربة فى حركتها اليومية الظاهرية ؛ ويسوق العواء ثيران شد العربة أمامه . والنجم الرئيسى هو α (ألفا) العواء أو ← السماك الرامح الذى ينتمى إلى ألمع النجوم فى السماء .



كوكبة العواء . والنجم α هو السماك الرامح ، ولمعانه من القدر– ٠٥ر٠ ، ونوعه الطيفى K1 ، ونوع قوته الإشعاعيه III ، وبعده عنا ١١ بارسك .

وللنجمين δ (دلتا) و μ (ميو) تابعين خافتين يمكن رؤيتهما بمرقب صغير .

العواصف الراديوية

noise storms
orages radio *(pm)*
Radiosturme *(pm)*

← الشمس .

عيد الفصح ، عيد القامة ، العيد الكبير

easter
pâques *(sm)*
Ostern *(sn)*

← تاريخ عيد الفصح .

العينيه

eypiece
oculaire *(sm)*
Okular *(sn)*

إحدى أجزاء ← المنظار البصرية .

العيوق

Capella

هو ألمع نجم (α) ألفا فى كوكبة ممسك الأعنة . والنجم له لمعان ظاهرة بصرى من القدر ٠٩ر٠ وينتمى بذلك إلى ألمع النجوم فى السماء . ونوع النجم الطيفى G1 ونوع قوته الإشعاعية III ، أى فوق عملاق . يبلغ قطر العيوق حوالى عشر مرات مثل قطر الشمس وقدرته الإشعاعية أكثر مائة مرة من قدرة الشمس . يبعد النجم عنا بحوالى ١٤ بارسك أى ٤٥ سنة ضوئية . والعيون عبارة عن مزودج طيفى .

غ

غاز ما بين الكواكب

interplanetary gas
gaz interplanétaire *(sm)*
interplanetares Gas *(sn)*

هو الجزء الغازى من ← مادة ما بين الكواكب .

غاز ما بين النجوم

interstellar gas
gaz interstellaire *(sm)*
interstellares Gas *(sn)*

هو الجزء الغازى من المادة المتناثرة بين النجوم ويتكون من ذرات وأيونات وإليكترونات وجزيئات . والجزء الأكبر من الغاز عبارة عن هيدروجين ، الذى يوجد مختلطا مع الهليوم بنسبة من ١ : ٥ إلى ١ : ١٠ ، بينما العناصر الأخرى أقل ندره من ذلك بكثير (← مادة ما بين النجوم و ← شيوع العناصر) . وتبلغ كثافة غاز ما بين النجوم المتوسطة حوالى ذروة هيدروجين لكل سم٣ . والغاز متجمع أساسا فى سحب يبلغ قطر كل منها من ٥ إلى ١٠ بارسك وكثافتها حوالى ١٠ جسيمات لكل سم٣ . وهذه القيم تمثل تقديرات عامة . ولا يمكننا الوصول إلى مثل هذه الكثافات القليلة فى المعامل حتى بأحسن المفرغات العالية ، حيث أن حجم الكرة الأرضية لايمكنه أن يحتوى أكثر من ١٠ كجم من مادة وكثافة ما بين النجوم . إن كون غاز ما بين النجوم ممكن المشاهدة على الرغم من ذلك يرجع إلى الحجم الهائل للفضاء الملىء بتلك المادة . وتحتوى سحابة ما على بضع مئات المرات مثل كتلة الشمس . إن الطرق التى نشاهد بها غاز ما بين النجوم مختلفة جدا ، وأكثر أشكال السحب إلفاتا للنظر وبالتالى أكثرها شهرة منذ زمن بعيدة هى تلك الكتل الكثيفة والمضيئة من الغاز ، المعروفة بالسدم الإنبعاثية (اللوحات من ٦ إلى ١١) ، ويمكن مشاهدتها عن طريق الفلك الراديوى . والغاز الذى لا يضىء فى النطاق البصرى يعلن عن نفسه بما يطبعه من خطوط إمتصاص طيفية على ضوء النجوم الموجودة خلفه وكذلك عن طريق إشعاعه فى النطاق الراديوى .

تأين الهيدروجين : يوجد جزء من هيدروجين ما بين النجوم . فى حالة متعادلة والجزء الآخر متأين . وينشأ التأين من إمتصاص الضوء فوق البنفسجى (التأين الفوتونى) . وهذا يتطلب أن تكون طول موجة الكم الضوئى أقصر من ٩١٢ أنجستروم ، حيث تزيد طاقته عن طاقة تأين الهيدروجين . والإشعاع الموجود فى وسط ما بين النجوم والمسئول عن تأين الهيدروجين يأتى من النجوم ، كما يأتى الجزء الأكبر ـ خصوصا فى النطاق البنفسجى ـ من النجوم النادرة ولكن قوية الإشعاع وذات النوع الطيفى المتقدم . لهذا فإن التوزيع الطيفى لما فى الفضاء البين نجمى من إشعاع يماثل ١٠٠٠٠°ك . ويتوزع ما يخرج من إشعاع النجوم على فراغ كبير جدا وعليه فكثافة الطاقة صغير جدا . ولو أننا وضعنا جسما يمتص بكفاءة تامة فإنه يسخن إلى ٣°ك أى إلى ـ ٢٧٠°م . لهذا فإننا نتحدث عن الاشعاع المخفف ذى درجة الحرارة اللونية العالية . وكثافة الإشعاع عالية بصورة خاصة بالقرب من النجوم ، وفى هذه المناطق توجد كميات كافية لتأين الهيدروجين . ويتم التمييز تبعا لدرجة تأين الهيدروجين بين منطقتين فى فضاء ما بين النجوم : إذ يصنع كل نجم حوله **منطقة HII** ، يكون الهيدروجين فيها تام التأين ، ويتساوى فيها عدد البروتونات والاليكترونات ، لأن كل ذرة هيدروجين تعطى بروتون وإليكترون . تزداد مناطق HII فى الكبر كلما زادت سخونة النجم ، إذ يزداد ما ينبعث من أشعة فى النطاق فوق البنفسجى بالإرتفاع فى درجة الحرارة . ويقدر نصف قطر منطقة التى لها كثافة قدرها ذرة هيدروجين لكل سم٣ حول نجم O5 بحوالى ١٤٠ بارسك ، وحول نجم B0 بحوالى ٥٠ بارسك وحول نجم B5 بحوالى ١٠ بارسك وحول نجم A0 بحوالى ٠٫٥ بارسك فقط . وعلى مسافات بعيدة من النجوم نجد أن كل غالبية الفوتونات القادرة على التأين تكون قد أُستنفدت ولهذا تنخفض درجة التأين بسرعة . وفى المنطقة الخارجية ، **منطقة HI** ، يوجد الهيدروجين فى حالة متعادلة . وفى هذه المناطق تكون درجة التأين صغيرة جدا إذ أن الذرات النادرة من العناصر الثقيلة فى غاز ما بين النجوم والتى

تتأين بفعل الإشعاع طويل الموجه تعطى إليكترونات . ومن الممكن أن يتأين جزء صغير من هيدروجين مناطق HI قليلة الكثافة ، وذلك بفعل الجسيمات المنخفضة الطاقة من الأشعة الكونية ، ولو أن هذه المناطق لا تتبع من حيث المبدأ مناطق الهيدروجين المتعادل . إن هناك إحتمال بأن يكون حوالى ٢٪ من هيدروجين مادة ما بين النجوم فى حالة متأينة فى المناطق القريبة من الشمس . ونظرا لحركة السحب الغازية وكذلك حركة النجوم فلابد أن يكون هناك باستمرار إعادة توزيع لمناطق HII, HI .

درجة الحرارة : إن غاز ما بين النجوم بعيد جدا عن حالة التعادل وتفقد فيه لذلك درجة الحرارة معناها . إلا أنه يمكن تعريف درجة حرارة حركة يمكن حسابها من السرعة المتوسطة للجسيمات ، وتمثل تعادلا بين الطاقة الداخلة إلى الغاز والخارجة منه . يأتى أكثر كسب فى طاقة الحركة من تأين الهيدروجين . ففى كل تأين يأخذ الاليكترون المنطلق طاقة حركة تزداد فى الكبر كلما إزدادت طاقة الكم المُمتص . ومتوسط هذه الطاقة التى تعطى للجسيمات الأخرى عن طريق الإصطدامات كبيره جدا نسبيا ، لأن النجوم الساخنة تشع كمات كثيرة عالية الطاقة . وفى حالة ثبات درجة التأين يتبع كل تأين إتحاد جديد (وإلا تغيرت درجة التأين بسرعة) . وبهذا يقتنص البروتون إليكترون ، وتنبعث طاقة حركة الإليكترون . ويغلب إقتناص إليكترونات طاقة حركتها صغيرة بحيث أنه فى المتوسط مع كل تأين وما يتبعه من إتحاد تدخل الغاز طاقة حركة . مقابل هذا التسخين توجد عمليات تبريد نتيجة إشعاع الطاقة . وفى حالة تعادل التبريد مع التسخين تصل درجة حرارة مناطق HII التى يكثر فيها التأين إلى ما بين ٦٠٠ ، ١٠٠٠٠ ك ، وإن كانت متغيرة من سديم إلى آخر . أما فى مناطق HI فلا يوجد الإشعاع ذى الطول الموجى الأقصر من ٩١٢ أنجشتروم الضرورى لعملية التأين ، وعليه تقل فاعلية أكبر عامل تسخين . لهذا فإن درجة حرارة الحركة أقل بكثير منها فى مناطق HII . وفى أثناء إصطدام السحب الذى يحدث بين حين وآخر فإن درجة حرارة هذه المناطق (HI) ترتفع أيضا لبعض الوقت إلى بضع آلاف الدرجات حيث تتحول الطاقة الكامنة فى حركة السحب إلى طاقة حرارية . وعن طريق ما يتبع ذلك من عمليات تبريد تفقد السحابة بعض طاقتها ؛ فمن طريق تصادم بعض الجسيمات (مثل ذرات الهيدروجين والاليكترونات الطليقة) مع جسيمات أخرى ، على سبيل المثال جزيئات الهيدروجين والأيونات فإن الأولى تعمل على إثارة الثانية . وعند عودة الجسيمات المثارة إلى وضعها الأصلى تقوم بإشعاع الطاقة التى إكتسبتها أثناء الاصطدام . لذلك تنخفض درجة حرارة السحابة بعد الإصطدام تدريجيا إلى قيمة بين ٢٠ إلى ٥٠°ك . وتبلغ درجة حرارة السحابة فى المتوسط حوالى من ٥٠ إلى ١٠٠°ك . وفى مناطق HI الأقل كثافة والتى يكون فيها جزء بسيط من الهيدروجين متأينا بفعل جسيمات الأشعة الكونية منخفضة الطاقة ، يحتمل أن تسود درجات حرارة بين بضع مئات الى بضع آلاف الدرجات المطلقة . وتعتمد درجة الحرارة الحقيقية التى يوجد عليها الغاز ، بشدة على كثافة طاقة الأشعة الكونية وكذلك على فاعلية عمليات التبريد .

مناطق HI : مناطق غير مضيئة ، حيث تنقصها الطاقة اللازمة للإشعاع . يمكن فى هذه المناطق التعرف على بعض الغازات عن طريق ما تمتصه من خطوط طيفية فى ضوء النجوم الذى يمر بتلك المناطق . أكتشف هذا الامتصاص «هارتيان» فى عام ١٩٠٤ فى طيف النجم المزدوج (دلتا) الجبار . والخطوط الطيفية النجمية ، أى التى تنشأ فى جو دلتا الجبار ، إزاحة دورية وتتضح أثناء رصد الحركة المدارية للمركبة المرصودة من النجمين . فإذا ما قاربتنا هذه الحركة تتزاح الخطوط ناحية النطاق البنفسجى . أما إذا ما أبتعد النجم عنا فإن الخطوط

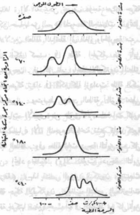
الطيفية تنزاح ناحية الأحمر . بجانب ذلك وجد هارتمان خطوط طيفية من الكالسيوم (+Ca) التى لا يتغير وضعها . لهذا فإن هذه الخطوط الثابتة للكالسيوم لا يمكن أن تكون ناشئة فى جو النجم وإنما فى غاز ما بين النجوم . وتُعرف اليوم خطوط إمتصاص لكل من العناصر Ca^+ ، Na ، K ، Fe ، Ti ، He وكل من الجزيئات CH ، CH^+ ، CN وهناك أشرطة إمتصاص عريضة لم يعرف بعد شيء عن نشأتها .

إنه من غير الممكن مشاهدة كل مراحل تأين جميع العناصر فى غاز ما بين النجوم ، لأن أغلب الذرات توجد فى حالة الخمود ويتم إمتصاص ما تشعه هذه الحالة من خطوط . وفى حالة الهيدروجين يعطى هذا خطوط ــ ليمان (← الطيف) . وكى يمكن رصد الخطوط الطيفية لابد من نفاذها خلال جو الأرض ، الشيء الذى لا يتوفر على سبيل المثال فى حالة خطوط ليمان تحت البنفسجية . لهذا السبب لا تظهر خطوط العناصر الشائعة ، الهيدروجين والأكسجين والكربون والنيتروجين .. الخ (بصرف النظر عن خطوط الجزيئات التى يوجد فيها H ، C ، N متحدة) . وبالنسبة للأبحاث فإن طيف النجوم الساخنة فقط ذو معنى أما النجوم الأبرد ففيها كثير من خطوط الإمتصاص تغطى الخطوط الغير النجمية . وهذا يعنى زيادة فى صعوبات الرصد ، لأن النجوم الساخنة نادرة نسبياً .

إن الخطوط الطيفية لمادة ما بين النجوم عديدة الانقسام ، فهى تتكون من خطوط منفصلة ذات إزاحة بالنسبة لبعضها البعض . ينشأ هذا نتيجة ← ظاهرة دوبلر . يتضح من هذا الانقسام أن الغاز مركز فى سحب منفصلة وذات سرعات خطية مختلفة . كما يتضح من قياسات الإزاحة الطيفية أن السرعات تصل إلى ١٠٠كم/ث ، أما متوسط السرعة فى الفضاء لسحب HI فيقدر بحوالى ١٠كم/ث .

ويمكن من شدة الخطوط حساب عدد الذرات التى تعمل على الامتصاص .

جاء الفلك الراديوى بخطوة كبيرة نحو تحسين الرصد فى مناطق HI ، وذلك لأن الهيدروجين المتعادل فى غاز ما بين النجوم يمكن مشاهدته بطريقة مباشرة عن طريق إشعاعاته الراديوية التى تصلنا . ولو دققنا فسوف نجد أن مستوى الخمود فى الهيدروجين منقسم ، لأن عزم دوران الإليكترونات وكذلك دورانها يمكن أن يتواجد فى وضعين بالنسبة لمثيله فى النواة . وعند الإنتقال من وضع إلى الآخر تتحرر كمية بسيطة من الطاقة تظهر على شكل إشعاع طول



بروفيل الخط ٢١ سم ، ويوضح شدة الاشعاع مع الطول الموجى حول الطول الموجى ٢١ سم على مسافات مختلفه من مركز مجرة سكة التبانه . وقد رسمت شدة الضوء مع السرعة الخطيه ، بدلا من الطول الموجى . والشده المقابله للسرعات السالبه مصدرها السحب المتحركه نحونا بينما المقابله للسرعات الموجبه ناشئة من السحب المبتعدة عنا . وبذلك فالسرعات السالبه تعنى موجات أقصر والسرعات الموجبه تعنى موجات أطول عن الخطوط غير المنزاحة . ولا يتجاوز التغير عند سرعة ١٠٠كم/ث ١و٠ مم .

موجته ٢١سم . بذلك تنشأ ذبذبة راديوية على هيئة خط إنبعاث يمكن رصدها بالمنظار الراديوى . والخط ٢١ـ سم عموما منقسم ، أى أن الخطوط متزاحة بالنسبة لبعضها البعض . تأتى هذه الإزاحة الخطية من الحركة الذاتية للسحب وكذلك من دوران مجرة سكة التبانه . ومن الملاحظ أن الإزاحة نتيجة لدوران الطريق اللبنى أكبر . ويمثل الرسم المرفق بعض أشكال الخطوط بشكل كروكى فقط . وتأتى القمم المختلفة من إشعاع الكتل الغازية فى أذرع حلزونية مختلفة . ومن نظرية دوران سكة التبانه (← سكة التبانه) يمكن تحديد أبعاد وبالتالى وضع الأذرع الحلزونية . يرجع العرض الكبير المرصود للخط ٢١ سم فى إتجاه مركز سكة التبانه (المنحنى الأول) إلى تمدد شديد فى إتجاه خط البصر لكتل غازية على بعد من ٣ إلى ٤ بارسك من المركز.

توجد معظم سحب HI بالقرب من مستوى سكة التبانه . وإن كان بعضها قد تم رصده على مسافة ١٠٠٠ بارسك تقريبا من هذا المستوى . إن سرعات هذه السحب البعيدة كبيرة نسبيا وتصل إلى ٢٥٠كم/ث ، وحركتها تحدث عموما فى إتجاه مستوى سكة التبانه . وأسباب وجود هذه السحب عالية السرعة لم يعرف بعد ، ويزعم البعض أنها عبارة عن مادة بين مجريه دخلت إلى الطريق اللبنى .

مناطق HII : إن مناطق HII التى يكون فيها الهيدروجين متأنيا بفعل الإشعاع النجمى ، أسهل بكثير فى رصدها لأنها تضئ . تأتى الإضاءة من الإشعاع المنبعث أثناء إعادة إتحاد أيون الهيدروجين . فتنبعث خطوط ـ بالمر على سبيل المثال عندما يأخذ الإليكترون بعد إلتحامه بالأيون مستوى عاليا ثم ينزل بعد ذلك إلى المستوى الأقل (← الطيف) . ونظرا لأن هذه الخطوط موجودة فى النطاق البصرى من الطيف فإن مناطق HII تضئ . لقد أكتشفت مناطق من الهيدروجين ضعيفة الاشعاع بواسطة أجهزة عالية الكفاءة ومرشحات ضوئية تنفذ فقط خط بالمر Hα . وإذا ما تقاربت المناطق المتأينة فإنها تظهر على شكل غاز مضئ أو سدم غازية إنبعاثية . إن هذه تظهر عادة على شكل سحب محتوية على مادة داكنة غير منتظمة الشكل أو على غشاوة دقيقة متفرقة . ويقدر السديم بيضع ١٠ بارسك وتجتاز الكثافة فى بعض أجزاءه ١٠٠٠ جسيم لكل سم^{3} . وتأين هذه المناطق الكثيفة يتطلب إشعاع فوق بنفسجى شديد . لهذا السبب فإننا نجد هذه السدم أساسا بجوار أو حول النجوم الساخنة من النوع الطيفى O أو Bo (إنظر بعده) . ومن النادر وجود سديم غازى نق ، بل يغلب وجود غبار فى نفس الوقت ، يعكس ضوء النجوم (← غبار ما بين النجوم) . وتوجد أسماء السدم الغازية والسدم العاكسة والأشكال البينية منها تحت إصطلاح السدم المجرية الشامل . كما تمثل ← السدم الكوكبية مجموعة خاصة من السدم الإنبعاثية .

تنشأ أشد الخطوط الإنبعاثية فى طيف السدم الغازية من H ، He ، He^{+} ، O^{+} ، O^{++} ، N^{+} ، N^{++} . ويتضح من الطيف أن الإشعاع هنا ليس إشعاعا حراريا مثل الحال فى النجوم ، ولكن الطاقة التى يتم إشعاعها تؤخذ فى الغالب من ضوء النجوم المجاورة . وكوسيلة إثارة تتسبب فى إضاءة ، السديم يأتى أولا ما سبق ذكره من تأين بواسطة إشعاع النجم وما يعقبه من إعادة إتحاد . فى أثناء ذلك تنبعث موجات قصيرة يمكنها بالتالى أن تؤين ذرات أخرى وتؤدى إلى إتحاد آخر . تتسبب هاتين الوسيلتين فى خطوط كل من الهيدروجين والهليوم . وهناك وسيلة ثالثة تعتمد على إنطباق خط فوق بنفسجى شديد للهليوم مع خطO^{++} وعليه فإن أيوناتO^{++} تتم إثارتها بواسطة إشعاعHe^{+} فترسل من جانبها خطوطا فى النطاق البصرى . أما الوسيلة الرابعة فهى عبارة عن إثارة المستويات المنخفضة عن طريق الإصطدام بالإليكترونات . من هنا يتم إثارة الخطوط السديمية . وهذه الخطوط لا ترى فى التجارب

المعملية الأرضية ، ولهذا ساد ، الزعم أولا بأن الخطوط الموجودة فى طيف السدم الإنبعاثية راجعه إلى عنصر غير موجود على الأرض ، أطلق عليه إسم النبيليوم ، إلا أنه إتضح بعد ذلك أن الخطوط السديمية «خطوط ممنوعة» لكل من O ، O^{++} ، N^{+} وتشبهها الإليكترونات التى تتواجد بعد إصطدامها فى مستويات شبه مستقرة . والزمن بين كل من الاثارة والإشعاع فى هذه المستويات فإن أطول $١٠^{٨}$ مرة عما هو عليه فى المستويات العادية ، أى يبلغ ١ث . فى أثناء هذه الفترة الزمنية الطويلة نسبيا يعانى الأيون كثيرا من الإمتصاص والإصطدام مما لا يتيح له فرصة لإشعاع هذه «الخطوط الممنوعة» . أما فى حالة السدم فإن كثافة الجسيمات وكثافة الإشعاع صغيرة جدا ، بحيث يحدث الاشعاع بدون عوائق . فى هذه الأوساط يعانى الجسيم من إصطدام كل بضع أسابيع ومن إمتصاص كل بضع سنين .

يمكن إستقبال اشعاع راديوى من مناطق HII ، حيث أن لها فى هذا النطاق طيفا مستمرا وآخر خطى . وينشأ الطيف الراديوى المستمر من مقابلة بروتون وإليكترون مع عدم إلتحامها ، وإنما فقط يتغير مسار الإليكترون مشعا بذلك فرق الطاقة . أما إذا إتحد الإليكترون بالبروتون فمن الممكن أن يستقر الإليكترون على مستوى طاقة عالى جدا ثم ينتقل بعد ذلك إلى مستوى طاقة أقل . ومثل هذا هو الحال فى النطاق المرئى من الطيف (أنظر قبله) فينبعث إشعاع ذو موجات محدده جدا . اكتشفت أيضا خطوط هليوم عالية الإثارة و(من المحتمل) خطوط كربون (← الاشعاع الراديوى) .

جزيئات ما بين النجوم :ـ تم رصد خطوط CH ، CN فى النطاق البصرى من الطيف . كما أمكن حديثا بمعونة الصواريخ التحقق من الخطوط الطيفية لجزيئات الهيدروجين (H_2) فى النطاق فوق البنفسجى وذلك بعد أن طال البحث عنها دون جدوى . وقد حاز الفلك الراديوى على أكبر نجاح فى إكتشافه جزيئات ما بين النجوم ، ففى عام ١٩٦٣ شوهدت لأول مرة خطوط إمتصاص الهيدروكسيد (OH) بين النجمى فى طيف كل من المصدرين الراديويين المرأة المسلسلة -A والدجاجة -A . بعد ذلك أكتشفت خطوط OH إنبعاثية . ومن الواضح أن خطوط OH تصدر من مناطق مختلفة فى ظروفها الطبيعية . فعلى وجه التحديد تم رصد اشعاع OH سببه إثارة حرارية وكذلك إشعاع من المؤكد أنه ليس راجعا الى أصل حرارى . وهذه المنابع الهيدروكسيلية تتواجد فى أو بالقرب من مناطق HII ومن الممكن أن تكون هى نفسها مناطق HI عالية الكثافة ولها قطر صغير يقدر ببضع وحدات فلكية ، إلا أنها تشع بكفاءة عالية ، كما أن بعض المنابع غير ثابتة فى إشعاعها . ولايزال السبب فى الإشعاع غير الحرارى غير معروف تماما حتى الآن ، إلا أنه يسود الاعتقاد بأنه راجع لنفس المؤثر الذى يلعب دورا أساسيا فى إشعاع الليزر والميزر . وفى نهاية عام ١٩٦٨ أكتشفت خطوط الأمونيا (NH_3) وبعدها بقليل خطوط الماء (H20) والفورمالدهايد (HCOH) . ومن المحتمل أن يكون إشعاع هذه الجزيئات ناشئ فى نفس المناطق التى ينشأ فيها إشعاع OH الغير حرارى ، أو ما يشابهها من مناطق ، إذ لا يحدث دائما أن نجد إشعاع الفورمالدهايد البين نجمى فى أو قريبا من منابع OH، فقد أكتشفت أيضا فى مناطق HI ، التى تحتوى OH . وفى أبريل ١٩٧٠ أمكن راديويا إكتشاف أول أكسيد الكربون (CO) البين نجمى والسيان (CN) وفى يونيو سيانيد الهيدروجين (HCN) وفى يوليو السيان أسيتيلين (HC3N) . وتوالت إكتشافات جزيئات أخرى كثيرة حتى إنه من الممكن القول بأن آية رموز كيماوية نكتبها فى أى نظام يمكن أن تكون موجودة فى الكون .

وحتى الآن فإننا لانكاد نعرف شيئا مؤكدا عن عمليات بناء جزيئات ما بين النجوم . إلا أننا نفترض

أن هذه الجزيئات تنشأ على سطوح الغبار البين نجمى ، ونجد دليلا على ذلك فى وجود الجزيئات البين نجمية فى السحب الداكنة ، التى تتميز بكثافة ترابية كبيرة .

غبار ما بين النجوم [اللوحتان ٦ ، ٧]

interstellar dust
poussière interstellaire *(sf)*
interstellare staub *(sm)*

هو الجسيمات الصغيرة والصلبة فى المادة المبعثرة فيما بين النجوم . والغبار أو التراب فى الغالب مركز فى السحب وتبلغ كثافته المتوسطة ١٠-٢٦ جم/سم٣ ؛ أى أن فى مكعب ضلعه ١٠٠م يوجد فى المتوسط جسيم واحد . يُستدل مباشرة على التراب البين نجمى من خلال الانعكاس وغير مباشرة بما يحدث من تغيير فى ضوء النجوم . وقد يبدو عجيبا أن ندرك مثل هذه المادة الدقيقة ، ولهذا لابد من تخيل حجم الفضاء الكبير الذى يحتوى تلك المادة . ويخترق ضوء النجوم هذا الفراغ فى طريقه الطويل بحيث يمكن أن يحدث تغيير ملحوظ فى الضوء .

الاستبعاد البين نجمى : عندما يمر ضوء النجم خلال السحابة الترابية فإنه يضعف ، أى يقاسى من إستبعاد مستمر بفعل مادة ما بين النجوم . يطلق على ذلك أحيانا إمتصاص ما بين النجوم المستمر ولو أن هذا غير صحيح تماما ، فالإمتصاص (الحقيقى) الذى تُحدثه مادة ما بين النجوم هو على العكس من ذلك خطى . ويبلغ الإستبعاد المتوسط فى ضوء النجوم بواسطة التراب البين نجمى حوالى قدر لكل كيلو بارسك من الطريق . وهذه القيمة تعتمد كثيرا على الإتجاه وهو ما تسببه تركيب السحب والإختلافات فى الكثافة . وقد قيست قيما للإستبعاد تبلغ عشر مرات قدر القيمة المذكورة . يمكن تقدير الإستبعاد بطرق كثيرة . فعلى سبيل المثال نتج أثناء التعين الفوتومترى لابعاد النجوم (← إختلاف المنظر) ـ عن طريق مقارنة اللمعان الظاهرى والقوة الاشعاعية ـ أبعادا كبيرة جدا لدرجة تفوق حد التصديق . وتبدو هذه المسافات مقبولة إذا إفترضنا أن ضوء النجوم لا يعتمد فقط على كل من المسافة والقوة الإشعاعية وإنما يضعف أيضا بفعل الإستبعاد . ونستطيع من ذلك الحصول على قيمة الإستبعاد عن طريق المقارنة بالمسافة المقاسة هندسيا ، أى الغير متأثرة بالاستبعاد .

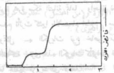
تبدوا المناطق الفقيرة بالنجوم وكأنها متأثرة بإستبعاد كبير ، ولذلك فإننا نحصل عن طريق تعداد النجوم على معلومات هامة عن التجمعات الكثيفة للسحب وعن تمددها . فمن مقارنة عدد النجوم فى المنطقة تحت الدراسة بالعدد المقابل فى منطقة خالية من الإستبعاد ، وبإفتراض أن العددين متساويين فى حالة عدم وجود إستبعاد ، يمكن من الفرق الظاهرى فى عدد النجوم إستنتاج كثافة السحابة . بمثل هذه الدراسات أمكن تحديد توزيع الغبار البين نجمى حتى مسافة كيلو بارسك من الشمس . وقد وجدت تجمعات سحابية كثيفة تسمى **بالسحب أو السدم الداكنة** ، تبلغ فيها كثافة الغبار من ١٠ إلى ٢٠ مرة أكبر مما فى السحب العادية ، كما أن قطر هذه التجمعات يصل إلى أكثر من ١٠٠ بارسك ، وتوجد بها مادة كتلتها مئات المرات مثل الشمس . ومثل جميع مادة ما بين النجوم فإن هذه السحب الترابية تتركز بكثرة تجاه مستوى الطريق اللبنى ، وهناك تتسبب فى الانقسام الظاهرى لسكة التبانه عند كوكبة الدجاجة ؛ كذلك فإن سحبا داكنة شديدة تغطى نواة مجرة سكة التبانة تماما . وأحيانا نشاهد أجزاء سدم تأثرت كثيرا بالاستبعاد أمام سديم لامع . وتمثل ← الكريات نوع خاص من السحب الداكنة . ترى هذه الكريات كأقراص قاتمة بواسطة ما خلفها من مناطق لامعة .

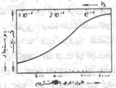
ويلقى تعداد السدم الخارجية ، أى المجموعات النجومية الأخرى ، أيضا بالضوء على المادة المتسببه

فى الإستبعاد . فلا نجد من هذه السدم شيئا قريبا من مستوى الطريق اللبنى ، إذ أن هذه الطبقة تختفى بتأثير السحب الترابية المسببه للإستبعاد . تسمى هذه المنطقة أيضا بالمنطقة قليلة السدم أو ← المنطقة الخاليه من السدم . كما أن الحزام الداكن الذى نراه أحيانا على طول حافة غالبية السدم الحلزونية الخارجية ، ينشأ بسبب تأثير إستبعاد الغبار البين نجمى الموجود فى هذه المجموعات النجومية (اللوحة ١٥)

التلوين البين نجمى : إن الإستبعاد الحادث بفعل الغبار هو إستبعاد إنتخابى أى يعتمد على طول الموجة ، فالضوء الأحمر أى طويل الموجه يضعف بدرجة أقل عن الضوء الأزرق ، قصير الموجه . لهذا السبب يبدو ضوء النجم بعد مروره فى سحابة ترابية ليس فقط ضعيفا ولكن أيضا مُلوَّنا ، حيث تزحزح التوزيع فى شدة الطيف لصالح اللون الأحمر . ومن قياسات لمعان النجوم فى ألوان متعددة نحصل على معامل اللون كمقياس للون النجم . ويسمى الفرق بين معامل لون نجم ما والمعامل اللونى ، الذى كان يجب أن نحصل عليه تبعا لنوع النجم الطيفى ، بالزيادة اللونية ، وتعتبر مقياسا للتلوين . وتعطى زيادة التلوين بزيادة مسافة النجم بالتالى فكرة عن البعد بيننا وبين المادة المتسببة فى الإستبعاد (الشكل) . يتضح من الزيادة المفاجئة فى التلوين ، على مسافات معينة ، أن المادة ، مسببة التلوين ، متجمعة فى صورة سحب وأن قيمة الاستبعاد تتناسب عكسيا مع طول الموجة λ وذلك فى نطاق الموجات المتوسطة . أما فى الموجات القصيرة جدا وكذلك الموجات الطويلة جدا فإن هناك حيودا عن قانون التلوين هذا ، الشىء الذى يوضحه إنثناء المنحنى فى الشكل . وتعتمد درجة الحيود على الاتجاه الذى يؤخذ فيه الأرصاد ، وهذا يدل على توزيع للجسيمات الترابية يختلف من مكان إلى آخر . وربما إختلف كذلك تركيبها الكيماوى أيضا من مكان إلى آخر .

الاستقطاب البين نجمى : يأتينا ضوء النجوم مستقطبا جزئيا بعد مروره فى سحابه ترابية بين نجميه ، معنى هذا أن ذبذبة الضوء لها إتجاه مفضل . وإذا ما تركنا هذا الضوء يمر أمام جهاز مناسب مثل مرشح متبوع بفوتومتر فإن النجم يظهر أكثر لمعانا . وإتجاه الإستقطاب موازى فى الغالب لمستوى الطريق اللبنى ، وإن كانت تحدث حيودات كثيرة عن ذلك . ومن هنا فإن إتجاه الإستقطاب مواز فى مناطق كثيرة للشكل المرئى من تضاريس المادة غير النجمية اللامعة منها أو الداكنة . ويأتى الإستقطاب من كون الجسيات الترابية مستطيلة وموازية لبعضها فى مناطق كثيرة . ويمكن أن يحدث مثل هذا التوجيه بواسطة مجال مغناطيسى قوته 10^{-6} جاوس . وعن طريق إتجاه الاستقطاب يمكن إستنتاج أن خطوط المجال المغناطيسى تمتد فى الغالب على طول الأذرع





التلوين البين نجمى : إلى اليسار العلاقه بين الإستبعاد وطول الموجه (قانون التلوين) ، وإلى اليمين القفزات المفاجئه فى تلوين السحب البين نجميه مع زيادة المسافه .

الحلزونية ، وإن كانت توجد عدم تجانسات محلية فى المجال المغناطيسى العام للمجره .

إنعكاس ضوء النجوم : تعمل الكتل الترابية الكثيفة المضاءة بفعل إشعاع النجوم المجاورة على إنعكاس ضوء هذه النجوم ، فتظهر بذلك تلك الكتل كسديم عاكس . وطيف هذه السدم مستمر والفروق فيه قليلة على عكس النجم المضىء ، لكن يُرى فيه قليل من التلوين والإستقطاب . إن السدم العاكسة تنتمى إلى مجموعة السدم المجرية المتناثرة ، والسديم العاكس فى مجموعة الثريا مشهور جدا . ولما كان الغبار والغاز يتواجدان فى الغالب معا فإن وجود سدم عاكسه تماما نادر بنفس الدرجة التى توجد بها سدم غازية تماما . وفى المناطق المجاورة للنجوم الباردة تغلب الإضاءة بالانعكاس ذو الطيف المستمر ، أما بجوار النجوم الأكثر سخونة فيغلب ضوء الغاز ذى الطيف الخطى ، وذلك لأن أشعة النجوم الباردة يمكن أن تنعكس على الغبار إلا أنها لا تستطيع إثارة الغاز حتى درجة الاضاءة . وليس من الضرورى أن يكون كل ضوء السدم ذات الطيف المستمر راجع إلى الإنعكاس على الجسيمات الترابية .

طبيعة ونشأة الجسيمات : تجرى المحاولات عن طريق ما تجمع من أرصاد لإستنباط طبيعة الجسيمات الترابية البين نجمية نظريا . وقد إتضح أن تفسير قيمة كل من الإستبعاد والتلوين والاستقطاب يتم عن طريق نماذج للجسيمات الترابية متباينة تماما . علاوة على ذلك فإن المعالجة النظرية للسلوك الضوئى لهذه الجسيمات الصغيرة صعب جدا . وعليه فإننا لا نعلم حتى الآن كثيرا عن طبيعة الجسيمات . •

من المؤكد أن تركيب الجسيمات يعتمد على طريقة تكوينها . وفى هذا المجال هناك ثلاثة إمكانيات قيد المناقشة لنشوء الجسيمات الترابية البين نجمية . فالمجموعة الأولى من النظريات تنطلق من أن الجسيمات الترابية فى مادة ما بين النجوم تبنى نفسها من غاز ما بين النجوم ، إذ يمكن عن طريق تصادم ذرتين أو أكثر تكوين جزىء بسيط ، وتنمو نواة التكثف هذه بإقتناص ذرات أخرى . ومن المحتمل أن تعمل قوى الجذب الكهربية بين الذرات المتأينة على زيادة كفاءة تلك العملية . وتزيد درجة الحرارة الداخلية للجسيمات بدرجات قليلة عن الصفر المطلق ، وذلك بسبب الإشعاع الضعيف فى الوسط بين النجوم ، إلا أنها أكبر من ٣°ك ، التى يكون عليها جسيم مما بين النجوم يماثل «جسما رماديا» يمتص ويشع بنفس الدرجة لجميع الموجات . وفى الحقيقة فإن الامتصاص الذى تسببه المادة الترابية البين نجمية يحدث غالبا فى النطاق المرئى بينما يحدث إشعاعها فى النطاق تحت الأحمر من الطيف . وتقدر درجة حرارة الجسيمات من ١٥ إلى ٣٠ ك كما أنها تعتمد على حجم وتركيب تلك الجسيمات . وتتسبب درجة الحرارة المنخفضة هذه فى أن قليلا فقط من الذرات تتبخر ثانية تاركة الجسيمات . بذلك يتحدد تركيب الجسيمات من تراكم وإحتمال تبخر الذرات المختلفة وكذلك شيوعها النسبى . إنه ينبغى أن تكون الجسيمات مكونة من الهيدروجين والأكسجين والكربون والنيتروجين وكذلك مزيج قليل أو كثير من المعادن . وحيث أن الهيدروجين يتحد مع الأكسجين مكونا الماء ، الذى يتواجد على هيئة ثلج وذلك نظرا لإنخفاض درجة حرارة الجسيمات ، فإننا نطلق على ما يتكون بهذه الطريقة «جسيمات ثلجية مع خليط (الثلج القذر) » . ونظرا لإنعدام خبرتنا المعملية عن طبيعة المادة فى هذه الدرجات المنخفضة جدا ، فإن إقتناعنا بما يجرى من عمليات لبناء أو تكثف أو نمو الجسيمات البين نجمية قليل جدا . إن النشأة والنمو فى هذه العملية يعتمدان على كثافة غاز ما بين النجوم ، فكلما كانت الكثافة كبيرة كلما حدث بناء ونمو الجسيمات بسرعة أكثر . إن هناك بعض الأرصاد التى تؤيد هذا التصور . فقد ظهر على وجه التحديد فى بعض السحب الغازية الكثيفة أن كثافة الغبار أكبر عنها فى

السحب قليلة الكثافة . علاوة على ذلك فهناك عمليات تحد من كفاءة النمو وربما إلى تحطيم الجسيمات . من ذلك إصطدام جسمين ترابيين يسيران بسرعتين كبيرتين ومختلفتين . يحدث مثل هذا الإصطدام عندما تدخل سحابة أخرى . كما أنه فى مناطق الهيدروجين المتأين HII (← ما بين النجوم) تصطدم الاليكترونات بسرعة كبيرة مع الجسيمات التى يحتمل تبخرها بفعل ذلك وفعل الإشعاع العالى للنجوم المجاورة . يقدر متوسط حجم الجسيمات عموما ببضع ١٠-٥سم ، أى بالتقريب فى نفس رتبه طول موجة الضوء البصرى .

تفترض المجموعة الثانية من النظريات أن جسيمات الغبار البين نجمى تتكون فى أغلفة النجوم الباردة ثم تتحرك إلى فضاء ما بين النجوم بفعل ضغط إشعاع النجم . يعتمد تركيب الجسيمات فى هذه الحالة على إمكانية تكثف العناصر المختلفة تحت تأثير الظروف الطبيعة السائدة فى غلاف النجم . ويُعتقد أساسا فى بناء جسيمات الجرافيت وكذلك جسيمات لها تركيب آخر مثل كربيدات السيلزيوم . ويقدر حجم جسيمات الجرافيت ببضع ١٠-٦سم . ويمكن أن تعمل هذه كنويات للتكثيف فى وسط ما بين النجوم ، تتجمع عليها الذرات الغازية . وفى هذه الحالة فإنها تتغطى بمعطف ثلجى . ومن الممكن أن يزداد محتوى مادة ما بين النجوم من العناصر الثقيلة من خلال ما ينشأ من هذه العناصر فى مجموعات كوكبية مثل مجموعاتنا الشمسية ويتحرك بعد ذلك بفعل ضغط إشعاع النجم المركزى إلى وسط ما بين النجوم . فى هذه الحالة لابد أن تتشابه الجسيمات الترابية فى تركيبها مع النيازك ، أى لابد أن يغلب على تكوينها السيليكات . أخيرا فقد أمكن تعليل أرصاد الإستبعاد بوجود جسيمات أقطارها بضع ١٠-٢سم وهذه التكوينات يمكن إعتبارها قبل أى شىء آخر جزىء ضخم . وتبعا لما ذكر فإنه يمكن إعتبار غبار ما بين النجوم كمزيج من الجسيمات التى تكونت بطريق مختلفة ، وإن كان ذلك يوضح أى العمليات هى الأكفء .

من المحتمل أن يكون للتراب البين نجمى دور أساسى فى نشأة الجزيئات . ويسود الاعتقاد عموما بأن الجزيئات تتكون أساسا على سطوح الجسيمات الترابيه ثم تدخل بعد ذلك إلى غاز ما بين النجوم .

الغراب

Corvus, Crv *(L)*
corvus
corbeau *(sm)*
Rabe *(sn)*

هو كوكبة صغيرة فى منطقة الإستواء السماوى تراها فى ليالى الربيع إلا أنها لا ترتفع كثيرا عن الأفق فى خطوط عرضنا .

الغرب

west
ouest
Westen *(sm)*

إحــدى ← الإتجاهــات السماوية .

الغروب

setting
coucher *(sm)*
Untergang *(sm)*

هو لحظة إختفاء جرم سماوى ما تحت الأفق كنتيجة لحركته اليومية الظاهرية فى السماء . وعن خصائص الغروب انظر ← الشروق .

غزو الفضاء

astronautic
astronautique *(sf)*
Astronautik *(sf)*

هو عبور الفضاء خارج الغلاف الجوى الأرضى الكثيف : ويتم غزو الفضاء بوساطة مركبات إما مأهولة أو غير مأهولة بالإنسان .

الشروط التنكولوجية :ـ تتمثل العقبة الكبرى بالنسبة لغزو الفضاء فى ضرورة إنطلاق مركبات الفضاء من فوق سطح الأرض . بذلك تخضع هذه

المركبات لتأثير جذب الأرض ، الشيء الذى يتطلب طاقة كبيرة للتغلب عليه . وعند الإنطلاق لابد أن تصل المركبات الفضائية إلى سرعة عالية وفى وقت قصير بقدر الإمكان . وعلى مقدار السرعة التى وصلنا إليها يعتمد ما إذا كانت مركبة الفضاء ستغادر الأرض أم ستعود إليها ثانية . وإذا ما أردنا الطيران حول أو الوصول إلى أجسام سماوية أخرى فإن أصغر سرعة يتطلبها ذلك هى حوالى ١١٫٢ كم/ث . وتلك السرعة هى ما يسمى بالسرعة المكافئة أو سرعة الإفلات . كما تسمى أيضا بمرحلة السرعة الكونية الثانية . فإذا ما حصل جسم ما على هذه السرعة تماما فإنه يمكنه الإفلات من قبضة جاذبية الأرض من فوق مدار على شكل قاطع مكافىء . يمكن أيضا أن يصل جسم ذو سرعة أقل من ذلك إلى الفراغ الخارجى . لكن لابد فقط من إسراع الصاروخ الذى يحمله عدة مرات متتالية . إلا أن الطاقة الكلية المطلوبة فى هذه الحالة ، أى أيضا كمية الوقود ، تصبح هائلة الكبر . ويعد إستخدام الصواريخ متعددة المراحل أنسب بكثير عن ذات المرحلة الواحدة : لإنه بعد سقوط مرحلة محترقة فإننا نحتاج إلى إسراع كتلة أقل . ومن الممكن كذلك خفض السرعات المطلوبة لمركبات الفضاء بعض الشيء وذلك بإستغلال جاذبية أجسام سماوية أخرى مثل القمر . ويمكن أن يحدث ذلك بتحديد مدار الجسم الطائر بحيث يمر بالقمر . وفى هذه الحالة تتقابل جاذبية القمر مع جاذبية الأرض ، الأمر الذى يؤدى إلى نقص شديد فى جاذبية الأرض للجسم الموجود على مسافة بعيدة . وهناك إمكانية أخرى تكمن فى إستغلال دوران الأرض حول محورها وذلك بأن يتم الإطلاق فى إتجاه دوران الأرض . وللتحكم فى مركبات الفضاء ودفعها فإن الصواريخ هى وحدها المناسبة ، لأنها من ناحية تحمل وقودها وما يتطلبه الاحتراق من أكسجين فى داخلها . ومن هنا فإنها لا تعتمد على الأكسجين الموجود فى الهواء . ومن ناحية أخرى لأن مبدأ الحركة إلى الأمام ينطبق للصواريخ أيضا خارج الغلاف الجوى الأرضى ، على خلاف الطائرات،على سبيل المثال . والزمن الذى يعمل أثناءه جهاز دفع الصاروخ صغير جدا إذا قيس بزمن الطيران الكلى . فمركبة الفضاء تتحرك أطول وقت من مدارها بدون دفع وتحت تأثير جذب الأجسام السماوية المجاورة فقط . ويتحدد شكل المدار وسرعته من كل من السرعة وإتجاه الحركة عند إنتهاء إحتراق الصاروخ وكذلك من كتلة ومسافة الأجسام السماوية المجاورة . وفى أثناء الطيران تتحرك مركبات الفضاء تبعا لقوانين الميكانيكا السماوية فقط . أى أن المدارات التى تسير فيها هذه المركبات عبارة عن قطاعات مخروطية تقريبا ، لأنه الجسم الطائر ليس واقعا تحت تأثير جاذبية جسم كروى متماثل فقط يسمى هذا الجزء من المدار بالجزء السلبى . وذلك على العكس من الجزء الإيجابى ، الذى يحدث فيه الدفع . وفى أثناء الهبوط على جسم سماوى آخر أو عند العودة إلى الأرض يلزم إستخدام صواريخا تعمل فى الإتجاه المضاد لإتجاه عملها أثناء الدفع . أى أنه توجد قطعة مدار إيجابية فى نهاية رحلة مركبة فضائية . ولما كان شكل المدار الإيجابى يعتمد من بين عوامل أخرى على سرعة وإتجاه حركة الجسم المنطلق وقت نفاذ الوقود من صاروخ الدفع ، فإن الإختلافات الصغيرة فى الإتجاه أثناء الجزء الإيجابى من الرحلة وكذلك فى زمن إحتراق الصاروخ تؤدى إلى إختلاف كبير عن المدار الإيجابى المطلوب . ويتم تصحيح المدار بواسطة صواريخ تصحيح أو عن طريق إعادة فتح موتور الصاروخ . فى أثناء ذلك تتغير كل من السرعة اللحظية وإتجاه حركة مركبة الفضاء ، الشيء الذى يُغير من شكل المدار الإيجابى النهائى بالنسبة للمدار السابق ، أى أننا ننتقل من قطع مخروطى إلى آخر .

الشروط الواجب توافرها فى مركبة الفضاء المأهولة بالإنسان :ــ هناك صعوبات خاصة تعوق إرسال المركبات المأهولة بالإنسان إلى الفضاء ، لأن الظروف السائدة خارج الغلاف الجوى الأرضى معادية جدا

لحياة الإنسان . وإحدى هذه الصعوبات يُمثلها الفراغ الكامل تقريبا من الوجهة العملية ، الذى تحدث فيه رحلات الفضاء . بذلك تفتقد الأكسيجين الذى لا نستطيع الإستغناء عنه فى عملية التنفس . ولهذا فمن الضرورى أن تكون لمركبات الفضاء كبائن محكمة ضد الفراغ الخارجى ، تهىء لطاقمها الظروف الملائمة للحياة . وفى ذلك لابد من العمل على أن يستعاض الهواء المستهلك دائما بآخر جديد . ولنفس الأسباب فإن مغادرة سفينة الفضاء ممكن فقط فى حُلل خاصة محكمة ضد الفراغ . ولكابينة الجسم الفضائى الطائر مهمة أخرى ، هى حماية الإنسان ضد تأثير العوامل الغير أرضية ، مثل الخطر الذى يأتى من الإشعاع القوى للشمس فى النطاق فوق البنفسجى . ولو أن الإنسان وُضع بغير وقاية فى هذا الإشعاع فسوف يعانى من إحتراق شديد فى حدود وقت قليل . وليس هذا هو الحال عند سطح الأرض لأن غلافها الجوى غير منفذ للإشعاع . كذلك فإن الغلاف الجوى الأرضى يمثل أيضا وقاءا للإنسان ضد الأشعة الكونية ، وإن كان هناك إشعاعا ثانويا ضعيفا يتغلغل إلى سطح الأرض . تستعمل كذلك كبينة مركبة الفضاء للوقاية من جسيمات الأشعة الكونية منخفضة الطاقة . وعلاوة على ذلك لابد أن يحتمى رجل الفضاء من أى إرتطام محتمل لشهاب أو نيزك بجسم المركبة . إلا أن هذا الخطر ليس كبيرا جدا بالنسبة للمخاوف السابقة . ولضمان سلامة رجال الفضاء فإن الكبائن تصنع مزدوجة الحائط حتى يمكن بشدة فرملة أى شهاب يحتمل إرتطامه بالسفينة فى الطبقة الخارجية ، بحيث لا يمكنه الوصول إلى الطبقات الداخلية .

بجانب هذه الأخطار الخارجية يحدث لرجال الفضاء إجهاد جسمى ونفسى . وهذان يرتبطان ، على سبيل المثال ، بفعل العجلة الشديدة التى تحدث فى أثناء كل من الإنطلاق والهبوط وكذلك بسبب فقدان الجاذبية أثناء قطع الجزء الإيجابى من المدار .

ويرجع الإجهاد النفسى إلى إضطرار طاقم مركبة الفضاء للبقاء فترة زمنية طويلة فى أصغر حيز ومن كون رحلات الفضاء مازالت مليئة بالمجازفات على الرغم من كل الإحتياطات المتبعة .

الأهداف العلمية :ـ يمكن تلخيص الأهداف العلمية من وراء رحلات الفضاء إلى أهداف مباشرة تتعلق بإجراء أبحاث على الأجسام الغير أرضية ، لا يمكن القيام بها بإستعمال الوسائل الفلكية التقليدية ، وفى نطاق طيفى لا نستطيع رصده من على سطح الأرض بسبب تأثير إمتصاص الغلاف الجوى الأرضى . ومن ناحية أخرى يتم إجراء أبحاث على الظواهر الأرضية الكبيرة ، التى يمكن رصدها بطريقة أحسن من مكان موجود على إرتفاع بضع مئات الكيلومترات عن سطح الأرض ، أو الأبحاث التى تحتاج لإجرائها جسما بعيدا جدا . تنتمى إلى هاتين المجموعتين الأخيرتين على سبيل المثال كل الأرصاد من الأقمار الصناعية (المأهولة وغير المأهولة) ، التى تهتم بالأحداث الجوية . من ذلك مثلا يمكن الحصول بواسطة الأقمار الصناعية ، على معلومات عن توزيع السحب خصوصا فوق المحيطات ومناطق الأرض نادرة السكان وعن تطور الطقس فى الأماكن الأخرى ، بواسطة الأقمار الصناعية تفوق فى جودتها ما نحصل عليه من محطة أو محطات رصد أرضية . وأيضا بالنسبة لأغراض المساحة الدقيقة أعطت رحلات الفضاء إمكانيات جديدة ، أدت إلى تحسين كبير فى الدقة . وفى هذا الشأن يستعمل لأغراض القياسات المساحية الدولية ، فى غالب الأحوال أقمارا صناعية كأهداف مساعدة ينعكس عليها نبض من أشعة ليزر ، ينبعث من مكان ما . ومن زمن وصول النبض من مكان الإرسال إلى مكان الإستقبال يمكننا تعيين المسافة بين المكانين ، التى يمكن أن تصل إلى عدة آلاف الكيلومترات وذلك بدقة تصل إلى بضعة أمتار . وتضم خطط غزو الفضاء بناء شبكة مساحية عالية عالية الدقة تشمل كل أنحاء الأرض . يمكن

بالإضافة إلى ذلك وعن طريق متابعة عدم الإنتظام فى حركة الأقمار الصناعية إستنتاج الاختلافات فى مجال الجاذبية الأرضى . وهذا يعطى بدوره ، من بين أشياء أخرى ، إيضاحات عن إختلافات الكثافة فى الطبقات العليا من جسم الأرض ، والتى يمكن أن تنتج من مناطق غنيه بالمعادن الثقيلة . ويمكن بهذه الطريقة أن يضيف غزو الفضاء إلى إكتشاف مناطق المواد الخام . كذلك يمكن أيضا من فحص مجال الجاذبية الأرضى إستنتاج الشكل الدقيق للأرض (← الأرض) . وعلاوة على كل هذا أضاف غزو الفضاء كثيرا لمعلوماتنا عن المجال المغناطيسى . فقد إتضح أن الأرض محاطة ← بأحزمة إشعاعية ، ذات أشعة كونية كثيفة ، لأن جسيماتها المشحونة يتم إقتناصها بواسطة المجال المغناطيسى الأرضى ، الذى يخترقها فى هذه المناطق . ومن ناحية أخرى إتضح أن الأحزمة الإشعاعية يمكن إعتبارها أجزاء من ← الماجنيتوسفير ، يتحدد شكلها بالتفاعل المشترك للمجال المغناطيسى الأرضى مع جسيمات الرياح الشمسية المشحونة .

أما بالنسبة للفلك فقد نتج عن غزو الفضاء لأول مرة إمكانية الأبحاث على الأجسام الخارجية ، أى الموجودة خارج الأرض . بذلك فإن الفلك فى أبحاثه على الأجسام التى تصل إليها أرصاد الأقمار الصناعية ، لم يعد مقتصرا على الأبحاث التى تعتمد على الإشعاع الذى تبعث به أو تمتصه هذه الأجسام . وقد بدأت معرفتنا الدقيقة بعض الشىء عن الكثافة والتركيب الكيماوى وظروف الحركة والمجال المغناطيسى فى ← مادة ما بين الكواكب ، على سبيل ، المثال منذ أمكن إستخدام سفن الفضاء فى دراسة فضاء بين الكواكب . وبالمثل فإنه يمكن دراسة المركبة الإبتدائية من ← الأشعة الكونية خارج الغلاف الجوى الأرضى الكثيف فقط . بالإضافة إلى ذلك فقد أتاح غزو الفضاء فرصة لإجراء تجارب فيما بين الكواكب ، يمكن منها إستخلاص النتائج عن الظروف الفيزيائية . مثال ذلك أن نضع جسيمات مشحونة ، أيونات ، فى منطقة ما بين الكواكب ونستنتج من حركاتها تركيب وشدة المجال المغناطيسى الموجود . وبذلك فإننا نحاكى الظروف السائدة فى الذيول المتأينة من ← المذنبات . أى أننا نكون مذنبا صناعيا صغيرا .

وبالنسبة لدراسة القمر والكواكب التى تليه مثل الزهرة والمريخ فقد أتاح غزو الفضاء إمكانيات جديدة . وبالنسبة لكوكب ← الزهرة فقد عرفنا كل من تركيبه الكيماوى ودرجة حرارته وظروف الضغط والمجال المغناطيسى فوقه وذلك لأول مرة خلال المرور القريب لمركبات الفضاء ، وكذلك من القياسات التى تم إرسالها بالراديو أثناء إختراق المركبة للغلاف الجوى للكوكب . وقد تمكنا من معرفة تضاريس سطح ← المريخ ، الذى يشابه كثيرا تضاريس سطح القمر ، بعد أن أمكن تصوير الكوكب بمساعدة سفن الفضاء من على مسافة بضع آلاف الكيلومترات . ويعد أكبر نجاح لغزو الفضاء حتى الآن فى مجال دراسة ← القمر . بدأ ذلك بتصوير الجانب الخلفى من القمر ، ذلك الجانب الذى لا يُرى من على سطح الأرض ، بواسطة سفينة الفضاء السوفيتية «ليونيك ٣» . ثم إستمرت الإستكشافات بوساطة سفن الفضاء ، التى درات كأقمار صناعية حول القمر والأخرى التى إرتطمت بسطحه أو هبطت هبوطا هينا عليه . وفى أثناء ذلك تم عمل تجارب ، أتاحت إستخلاص النتائج حول التركيب الكيماوى وتضاريس سطح القمر . وقد كان هبوط الإنسان على سطح القمر ذروة فى تاريخ غزو الفضاء . بذلك خطى آدميون لأول مرة فوق سطح جسم سماوى آخر . وبالإضافة إلى إتساع مجال عمل الإنسان فقد أتاح هبوطه على سطح القمر على سبيل المثال فرصة الدراسة المباشرة للسطح . وإقامة أجهزة قياس خاصة ، وكذلك إجراء الأبحاث على صخور القمر فى المعامل الأرضية . وجزء من هذه الواجبات يمكن إجراؤه

بسفن الفضاء الأوتوماتيكية التى تهبط لينا على سطح القمر ، حيث تقوم بفحوص وربما يمكن إعادتها ثانية إلى الأرض . وفى هذا المجال فإن للمركبات الأوتوماتيكية أو التى يتم التحكم فيها من الأرض ، مثل «لونوخود ١٠» ، أهمية خاصة ، لأن الأبحاث التى تقوم بها لا تقتصر على مكان الهبوط وإنما تمتد إلى مناطق بعيدة ولفترات زمنية طويلة . وهذه الأبحاث بالذات فى غاية الأهمية بالنسبة لمعلوماتنا عن تاريخ نشأة القمر وكل مجموعة الكواكب .

وقد كانت نتائج رحلات بيونير وفويجر ضمن برنامج غزو الفضاء الأمريكى بمثابة أولى وأهم المعلومات التى حصلنا عليها لكل من المشترى وزحل فقد بلغ ، بعد رحلات غزو الفضاء ، عدد أقمار الأول إلى ١٥ والثانى إلى ١٧ ، بعد أن كان ١٢ للمشترى و ٩ لزحل قبل غزو الفضاء . وقد وقفت هذه الرحلات على كثير من أسرار الكوكبين والظروف المحيطة بهما .

بهبوط الإنسان على سطح القمر يأتى السؤال عن إمكانية هبوط الإنسان فوق أجسام سماوية أخرى ، كى يمكن أيضا إجراء أبحاث مباشرة فوقها . وتعتبر على سبيل المثال رحلة إلى كوكب الزهرة المجاور محاولة صعبة بطريقة لا تقارن برحلة إلى القمر . فالمسافة التى لابد أن تقطع فى هذه الحالة تقدر بمئات الملايين من الكيلومترات . بالاضافة إلى ذلك فإن مسار الرحلة يختلف كثيرا عنه فى حالة القمر . فلما كانت الأرض تدور مع القمر سويا حول الشمس ، كما أن البعد بينهما يتغير قليلا فقط ، فإن الرحلة بينهما يمكن أن تبدأ فى أى وقت . أما فترة الرحلة فتستغرق بضع أيام قليلة فقط . ويختلف الحال عن ذلك بالنسبة للرحلات إلى الكواكب المجاورة . فكل من الأرض والكوكب الذى ستزوره وسفينة الفضاء ، فى الجزء الإيجابى من مدارها ، تتحرك جميعا بدون إعتماد على بعضها البعض فى مجال تثاقل الشمس . كما أن لكل منها مدارا بيضاويا بذاته حول الشمس . ومجال تثاقل هذه الأجسام كبير التأثير فقط أثناء إقتراب سفينة الفضاء من الكوكب المقصود وفى أثناء الإنطلاق من والهبوط على الأرض . وحيث أن سفينة الفضاء يمكن إسراعها فقط فوق أقل جزء من المدار ــ وإلا أصبح المطلوب من الوقود كبيرا جدا ــ لذلك لابد من إختيار النقطة الزمنية للإنطلاق ، بحيث تكون سفينة الفضاء بالقرب من مدار الكوكب المقصود حول الشمس ، فى نفس اللحظة التى يكون الكوكب أيضا هناك . إن إجراء تغيير فى المدار أثناء الرحلة ممكن بدرجة قليلة فقط وذلك بسبب الحاجة إلى الوقود . وعلى نفس المنوال فإن رحلة العودة يمكن أن تبدأ بعد فترة إنتظار ، وإلا أخطأت مركبة الفضاء طريقها إلى الأرض . ومن ناحية الطاقة فإن أنسب مدار بيضاوى يربط بين كوكبين تحت تأثير جذب الشمس ، هو أى المدارين اللذان يمسان الكوكبين ، أى مدار الأرض أو الكوكب المراد الوصول إليه ، وإن كان ذلك يتطلب زمنا طويلا للسفر . مثال ذلك أن الرحلة إلى الزهرة والعودة منها تستغرق حوالى ٢٥ شهرا ، وإلى المريخ ومنه ٣٢ شهرا بما فى ذلك من أزمنة الإنتظار . وتستغرق الرحلات إلى الكواكب الأبعد وقتا أطول مما ذُكر بكثير وبالتالى فإنها تتطلب وقودا أكثر . وهذا يحد من المسافات التى نستطيع أن نجتازها بالتكنولوجية الحديثة . وكانت أبعد مسافة وصلتها مركبة فضاء هى حتى الكوكب زحل الذى بلغته فويجر ١ بعد أن طافت بالمشترى . أما الرحلات فى مادة ما بين النجوم وإلى النجوم المجاورة فإنها لا تزال ضربا من الخيال بسبب البعد الشاسع وما يتطلبه من فترات زمنية فى السفر تقدر ببضع مئات السنين .

إكتسب غزو الفضاء أهمية بالنسبة لأبحاث الأجسام البعيدة مثل النجوم والمجموعات النجومية الخارجية ، لأنه يتيح إمكانية الدراسة الطيفية فى مناطق من الطيف لا تصل إليها من على سطح الأرض . وتلك المناطق الطيفية هى بالتحديد فوق

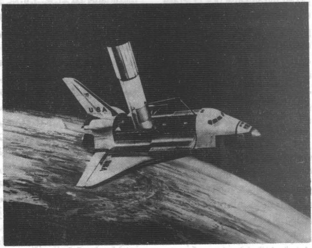
البنفسجي وأشعة رونتجن وجاما وكذلك الموجات الميكرونية القصيرة جدا ، أي الإشعاع الكهرومغناطيسي ذي الطول الموجي الأقل من جوالي ٥١م . وقد أدت الأرصاد في مثل هذا النطاقات الطيفية ، على سبيل المثال ، إلى إكتشاف منابع غير أرضية لأشعة رونتجن أو إلى إكتشاف ظهور خطوط إنبعاث في طيف الشمس بجوار الطول الموجي ١٧٠٠ أنجستروم تقريبا على خلاف خطوط الإمتصاص الموجودة في المنطقة البصرية . إلا أن إتساع نطاق الأرصاد الفلكية يقابل بصعوبات تأتي قبل كل شيء من أن الأجهزة المستخدمة عموما في سفن الفضاء غير المأهولة لابد أن تنقل إلى مدار الدوران حول الأرض . وبذلك تظهر ضرورة إجراء كل الأرصاد عن طريق التحكم البعيد ونقل النتائج إلى الأرض ، الأمر الذي يتطلب تحفظات تكنيكية كبيرة .

وإذا كانت الأرصاد التي تؤخذ من خارج الغلاف الجوي الأرضي تدخل كإضافات وتحسينات على الأرصاد الأرضية فإن غزو الفضاء قد فتح الباب على مصراعيه لوسيلة جديدة للرصد هي أشعة رونتجن وأشعة إكس . وحاليا فإن أخذ الأرصاد من خارج الغلاف الجوي الأرضي يتم أساسا بواسطة صواريخ الأبحاث والأقمار الصناعية الأرضية (← القمر الصناعي الأرضي) .

عرض تاريخي : بعد الحرب العالمية الثانية بدأ الإتحاد السوفيتي وبدأت الولايات المتحدة الأمريكية في دراسة الغلاف الجوي العلوي بالصواريخ . وقد حدثت خطوة أساسية في غزو الفضاء يوم ٤ أكتوبر عام ١٩٥٧ ، حيث إنطلق فيه ← القمر الصناعي السوفيتي الأول ، «سبوتنيك ١» . وبإطلاق «لونيك ٢» في ١٤ سبتمبر ١٩٥٩ أمكن لأول مرة إرسال جهاز من بناء آدمي إلى جسم سماوي آخر ، وتحطم لونيك ٢ أثناء إرتطامه بسطح القمر . ثم حدث أول هبوط لين على سطح القمر (٣ فبراير ١٩٦٦) لسفينة الفضاء «لونا - ٩» ، التي إنطلقت بالمثل من أرض الإتحاد السوفيتي . وفي ١ مارس ١٩٦٦ أمكن وصول سفينة الفضاء السوفيتية «فينوس - ٣» لأول مرة إلى كوكب آخر ، هو الزهرة .



موديل المركبه القمريه السوفيتيه لونوخود- ١ .



مكوك الفضاء الأمريكي فى مداره وعلى متنه منظارا فلكيا .

كانت أول رحلة فضاء مأهولة بالإنسان فى ١٢ أبريل ١٩٦١ ، حيث حملت سفينة الفضاء «فوستوك» الميجور السوفيتى «يورى جاجارين» . وفى ١٨ مارس ١٩٦٥ بقى لأول مرة إنسان ، هو رجل الفضاء السوفيتى «أ . ليونوف» لمدة ١٠ دقائق فى الفضاء خارج السفينة . وفى الفترة من ٢١ ــ ٢٧ ديسمبر ١٩٦٨ قام الأمريكيون الثلاثة «ف . بورمان» ، «ج . لوفل» ، «و . أندرز» بالدوران حول القمر فى سفينة الفضاء «أبوللو ٨» . وفى ٢١ يوليو ١٩٦٩ هبط لأول مرة آدميون هما الأمريكيان «ن . أرمسترونج» و«أ . الدرين» على سطح القمر . وكانت أول إستعادة أوتوماتيكية لسفينة هبطت على القمر هى للسفينة «لونا ١٦» ، التى إستطاع الإتحاد السوفيتى إعادتها فى ٢٠ سبتمبر ١٩٧٠ . كما أن أول عربة أنزلت على سطح القمر هى «لونوخود ــ ١» (١٧ نوفمبر ١٩٧٠) ، التى قامت ببرنامج أبحاث كبير . وفى الوقت الذى يركز السوفيت أبحاثهم على الزهره المريخ نجد الأمريكيين يواصلون إرسال سفنهم الفضائيه إلى الكواكب العملاقة البعيده فى المجموعة الشمسيه ، المشترى وزحل ، وقد لاقت رحلتى «فويجر ــ ١ وفويجر ــ ٢» نجاحا كبيرا ونتج عنها إكتشافات علمية هامه لهذين الكوكبين .

الغطاء الواقى للمنظار

dew cap
tube pare- buée *(sm)*
Taukappe *(sf)*

← المنظار .

الغلاف الجوى

atmosphere
atmosphère *(sf)*
Atmosphäre *(sf)*

فى معناه الحقيقى هو ما يحيط بالجسم من هالة غازية مثل جو ← الكوكب وكذلك ← جو الأرض . وفى المعنى المستعار يدل الغلاف الجوى على الأجزاء الخارجية قليلة الكثافة من النجم أى أجواء النجوم .

الغلاف الجوى الأرضى

earth's atmosphere
atmosphère terrestre *(sf)*
Erdatmosphäre *(sf)*

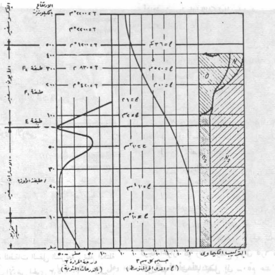
هو ما يحيط بالكره الأرضية من غاز . ويبقى الغلاف الجوى نتيجة قوة الجاذبية الأرضية ، كما يشارك بأجزاءه السفلى ، التى تسمى أيضا بالغلاف الجوى الداخلى ، مع دوران الأرض . وعلى إرتفاع بضع مئات الكيلومترات تتأخر بالتدريج الطبقات العليا بالنسبة للطبقات السفلى السريعة . تبلغ الكتلة الكلية لغلاف الأرض الجوى ٥ر٣ × $١٠^{١٨}$ كجم . وهى بذلك أقل من جزء من مليون من كتلة الأرض ، إلا أنها مهمة جدا للحياة على كوكبنا . فبغض النظر عن إشتراكها فى بناء ووظائف الأعضاء فإنها تمثل درعا واقيا ضد النيازك والإشعاع الشمسى قصير الموجه وكذلك ضد الإشعاعات الجسيمية . وتتأثر جميع الأرصاد الفلكية بالغلاف الجوى الأرضى . فيتغير الضوء الواصل إلينا من الأجرام السماوية فى شدته وتركيبه الطيفى ، بواسطة الإنكسار والإستبعاد والتألق ، أثناء مسروره فى جو الأرض . كما يضيف الإشعاع الذاتى للغلاف الجوى الأرضى إضافة أساسية إلى ضوء الليل . وتستمد الشهب ظهورها وتركيب طيفها من وجود الغلاف الجوى الأرضى وتركيبه . وبذلك تتضح أهمية إعطاء فكرة عن تكوين الغلاف الجوى الأرضى ، ولو أنه لا ينتمى إلى مجالات بحث الفلك وإنما إلى مجالات الجيولوجيا والميتيورولوجيا . كذلك فإنه من الممكن أن تضيف معلوماتنا الفلكية إلى ما نعرفه عن تركيب الغلاف الجوى الأرضى .

تقل كثافة الغلاف بالإرتفاع عن سطح الأرض . وتوجد حوالى ٩٠٪ من الكتلة الكلية للغلاف الجوى الأرضى فى منطقة يصل إرتفاعها إلى ٢٠ كم فوق سطح الأرض . وتقدر كثافة الغلاف الجوى ، فى درجة الصفر المئوى وتحت ضغط عادى أى ضغط جوى ٧٦٠ تور = ١٠١٣ ملى بار ، حوالى ٢٩ر١ كجم/$م^{٣}$. وفى ١$سم^{٣}$ عند سطح الأرض يوجد أكثر قليلا من $١٠^{١٩}$ جزئ (أنظر الشكل) .

تم تقسيم الغلاف الجوى الأرضى إلى الطبقات الآتية الشكل : —

(١) **التروبوسفير** ويمتد من سطح الأرض إلى إرتفاع ١٠ كم تقريبا . وحدوده أعلى فى مناطق خط الإستواء عنها فى مناطق القطبين . وفيه تنخفض درجة الحرارة كلما زاد الارتفاع بحوالى ٦ر٥ درجة لكل كم ، أى أنها تصل إلى −٥٠°م عند حدو التروبوسفير . وفى طبقة التروبوسفير تحدث عمليات الطقس . وفى داخل التروبوسفير يتم التمييز بين الطبقة الأرضية (إلى إرتفاع ٢م) والطبقة الأساسية (حتى ٢كم إرتفاع) والطبقة الإنتقالية التى تبدأ عند إرتفاع حوالى ٨كم ، التروبوبوز .

(٢) **الإستراتوسفير** ويلى التروبوسفير ويمتد إلى إرتفاع حوالى ٨٠كم . وفيه تظل درجة الحرارة ثابتة أولا مع زيادة الإرتفاع وتزداد بعد ذلك إلى أن تصل حوالى + ٧٠م ثم تبدأ فى الإنخفاض عند إرتفاع ٦٠كم وحتى حدود الإستراتوسفير العليا حيث تكون قد وصلت إلى −٧٠م . وحديثا يطلق إسم الإستراتوسفير على الجزء الثابت فى درجة حرارته ، أى من إرتفاع حوالى ١٠ كم إلى ٣٠كم . أما الجزء من ٣٠ كم إلى ٨٠ كم فيسمى بالمسوسفير . (٣) **الأيونوسفير** ويمتد من ٨٠ كم إلى ٥٠٠ كم فى الإرتفاع . وفيه يحدث تأين الذرات والجزيئات ، وعلى وجه الخصوص ،



تقسيم وتركيب الغلاف الجوى الأرضى. ويراعى أن المعلومات المدونه على الشكل مازالت غير دقيقه عن الطبقات العاليه بدءا من الأيونوسفير.

بتأثير الاشعاع البنفسجى من الشمس. وتبلغ كثافة الإليكترونات فى الأيونوسفير نهاية عظمى كبيرة. وتبعا لذلك ينقسم الأيونوسفير إلى طبقات مختلفة: طبقة ـ D ، وطبقة E (قديما طبقة هيفى سيد ـ كينل) ، ثم طبقتى F_1 ، F_2 (قديما طبقة أبيلتون). وفى طبقة E- تتأين جزيئات الأكسيجين (O_2) ، وفى طبقة تتأين ذرات الأكسيجين (O) وجزيئات النيتروجين (N_2). ويتحدد إرتفاع طبقة من هذه الطبقات من جهة بعمق نفاذ أشعة الشمس المؤينة ومن ناحية أخرى بإنخفاض عدد الجسيات مع زيادة الإرتفاع ، كما يتأرجح كل من إرتفاع الطبقة وكثافة الإليكترونات حسب حالة الشمس ونشاطها . والإضطراب الشمسى ولو لزمن قصير قادر على إحداث إضطرابات كبيرة فى الأيونوسفير ، حيث أن الإشعاعات الشمسية غزيرة الطاقة جدا ، وبذلك فإن الأيونوسفير يعتبر كترمومتر حساس لما يحدث فى الشمس (← الظواهر الشمسية ـ الأرضية) . ويلعب الايونوسفير دورا كبيرا فى الإتصال اللاسلكى فوق الكرة الأرضية ، لأن الطبقة المتأينة والموصلة للكهرباء لها قدره على عكس الموجات القصيرة . لذلك فإنه يمكن دراسة الأيونوسفير بإرسال موجات موجات ذات أطوال مختلفة وفحص ما ينعكس منها . (٤) المنطقة من جو الأرض فوق ٥٠٠ كم تسمى **الإكسوسفير أو الفضاء**

الخارجى وتدخل بالتدريج فى الفضاء الكونى . معنى ذلك أن الكثافة تقل دائما إلى أن يتقابل الغلاف الجوى الأرضى مع غاز ما بين الكواكب . أى أن الغلاف الجوى الأرضى ليس له نهاية مادية بالنسبة للفضاء . كما يمكن أن تنتقل أجسام من الطبقة العليا إلى مادة ما بين الكواكب ، حيث أن جاذبية الأرض فى هذه المناطق صغيرة وتبلغ على إرتفاع ١٠٠٠ كم حوالى ٧٥٪ من قيمتها عند سطح الأرض ، ومن ناحية أخرى فإن المشوار الحر φ ، أى متوسط المسافة التى يقطعها جزىء بين إصطامين مع جزء آخر فى الإكسوسفير ، يصل إلى عشرات الكيلومترات (الشكل) وبذلك فإن الجزيئات تسير بين كل إصطامين مسافات حرة فى مجال الجاذبية (مثل القمر الصناعى) ، كما يمكن لهذه الجزيئات الإفلات من جو الأرض ، إذا كانت سرعة هذه الجزيئات كافية .

إن تركيب الغلاف الجوى متماثل على الأقل فى أجزاءه السفلى حيث يوجد تقليب شديد بفعل تيارات الحمل . ويمثل النيتروجين الجزيئى N_2 الجزء الأساسى ونسبته الحجمية ٧٨٫٠٨٪ ، ثم يليه الأكسيجين الجزيئى O_2 ونسبته الحجمية ٢٠٫٩٥ ، أما الباقى فهو فى الغالب من الغازات الأرضية النفيسة مثل الأرجون ونسبته الحجمية ٠٫٩٣٪ وثانى أكسيد الكربون ونسبته الحجمية ٠٫٠٣٪ (ويلاحظ أن هذه المعلومات مأخوذة للهواء الجاف) . ونادرا ما يمكن الإستدلال على الهيدروجين . وبخار الماء موجود فى الطبقات السفلى من التروبوسفير بمتوسط نسبته الحجمية ١٪ ، وتقل هذه النسبة بشدة مع الإرتفاع ؛ ويكاد يكون الإستراتوسفير جاف تماما . ويتأرجح محتوى ثانى أكسيد الكربون بشدة . لأن هذا الغاز يتم إستهلاكه فى التمثيل الضوئى كما أنه ينتج من التنفس وعمليات الإحتراق . وقد أمكن الإستدلال على كل من الكالسيوم والألومونيوم فى طيف الليل . بعد إرتفاع حوالى ١٠٠ كم يبدأ تحلل جزيئات الأكسجين ، فبعد هذا الإرتفاع يوجد الأكسجين فى صورة ذرية فقط . كما يحدث نفس الشئ بالنسبة للنيتروجين عند إرتفاع من حوالى ١٥٠ إلى ٢٠٠ كم . وفى الأجزاء السفلى من الاستراتوسفير على إرتفاع حوالى ٢٥ كم يوجد أكبر تركيز من الاوزون O_3 ؛ ولذلك تسمى هذه الطبقة أيضا **بالأوزونوسفير** . كما أنه توجد بالطبع كميات من الغبار .

تختلف نفاذية الغلاف الجوى بإختلاف طول الموجه (الشكل ، ← الطيف) . والأشعة ذات الطول الموجى الأقصر من ٣٠٠٠ أنجشتروم يتم إمتصاصها بواسطة O_3, O_2 . فإذا ما أردنا رصد الأجرام السماوية فى هذه الموجات فإن ذلك يستلزم الإرتفاع لأكثر من ١٠٠ كم عن سطح الأرض (مثلا عن طريق إطلاق الصواريخ) . والغلاف الأرضى منفذ للموجات فى الحيز من ٣٠٠٠ إلى ١٠٠٠٠ أنجشتروم . وهذا النطاق الطيفى الذى يضم المنطقة القريبة من فوق البنفسجى والطيف البصرى وتحت الأحمر يسمى بالنافذة البصريه . والإشعاع ذو الموجة الأطول يتم إمتصاصه فى جو الأرض (بصرف النظر عن حيز طيفى ضيق) . يعتبر جو الأرض منفذا بالنسبة للإشعاع ذو الموجات الطويلة من بضع مليمترات إلى ٢٠م . وفى هذا الحيز يتم أخذ الأرصاد الفلكية الراديوية ويسمى لذلك بالنافذة الراديوية للغلاف الجوى الأرضى . أما الموجات الأطول من ذلك والتى تأتى من خارج الغلاف الجوى الأرضى فتنعكس على الطبقة المتأينة من الأيونوسفير وهى لذلك لا تصل إلى الأرض . وإشعاع الأرض الحرارى فى الموجات الطويلة وكذلك إمتصاص هذا الإشعاع بوساطة بخار الماء مهم جدا فى التوازن الحرارى فى طبقات الغلاف الجوى الأرضى السفلى ، حيث يعمل هذا الإمتصاص على عدم فقدان الأشعة الحرارية الأرضية كلية فى الكون . أى أنه يعمل كبيت زجاجى للإشعاع الحرارى الأرضى . ويقل ذلك كثيرا فى حالة عدم وجود السحب وجفاف الهواء

عما يكون عليه فى حالة السماء المسحبة والهواء الرطب .

تم دراسة الغلاف الجوى الأرضى أساسا خلال إطلاق البالونات والصواريخ وكذلك بواسطة الأقمار الصناعية . وقد تطورت طرق خاصة لدراسة الأيونوسفير (أنظر قبله) . ويمكن الحصول على بعض المعلومات عن تركيب الغلاف الجوى الأرضى من خلال ما يصدر عنه من إشعاعات كالتى تحدث من ضوء الليل أو الضوء البروجى . وعلى وجه الخصوص فإن معلوماتنا لا تزال قليلة عن تركيب الطبقات العليا . وحتى يمكن وضع مقاييس موحدة للحسابات الميتورولوجية فقد تم نظريا تحديد مسار الأبعاد المميزة مثل الكثافة ودرجة الحرارة . ويسمى الغلاف الإفتراضى الذى تنطبق عليه هذه القيم **بنموذج الغلاف الجوى الأرضى** . ويلاحظ أن ما ذكر فى هذه النبذه وما هو موجود فى الشكل قد تم أخذه من مثل هذا النموذج . إلا أن تركيب الغلاف الجوى الأرضى يمكن أن يحيد عن ذلك كثيرا ، وخصوصا بالنسبة للأيونوسفير والإكسوسفير ، حيث المعلومات غير مؤكدة . بالإضافة إلى ذلك لابد من الحذر فى درجة حرارة هذه الطبقات ، لأنه نتيجة للمشوار الحر ، فإن درجة الحرارة العادية تفقد مدلولها . وما نقيسه من درجات حرارة فى هذه الحالة هو درجات حرارة الحركة التى يمكن حسابها من السرعات المتوسطة للجزيئات .

الغلاف الجوى النجمى

stellar atmosphere

atmosphère stellaire *(sf)*

Sternatmosphäre *(sf)*

هو الطبقة الخارجية الرقيقة فى النجم ، والتى يشع منها ضوءه مباشرة فى الفضاء . والطاقة التى يتم إشعاعها لا يتم إنتاجها فى هذه الأماكن وإنما فى داخل النجم ، الذى تعلو فيه كل من درجة الحرارة والكثافة إلى الحد الذى يسمح بسريان التفاعلات النووية بكميات كافية . يمثل الغلاف الجوى النجمى المحطة الأخيرة التى تحدث فيها كثير من عمليات الإمتصاص وإعادة الإشعاع ، وهى العمليات التى تعمل على نقل الإشعاع إلى الخارج . وفى أغلفة النجوم يأخذ الإشعاع خصائصه التى نجدها فى طيفه . بهذا فإننا نستطيع بطريقة عكسية الحصول على معلومات عن تركيب الغلاف الجوى النجمى الذى يشع هذا الطيف وذلك من تحليل طيف النجوم . ويتضح من تنوع طيف النجوم وجود تنوع أيضا فى تركيب الغلاف النجمى . ويعتبر هدف **نظرية أغلفة النجوم** تحديد التكوين أى الظروف الطبيعية السائدة والتركيب الكيماوى لما يناظر كل طيف من غلاف نجمى . ولا يزال العلم بعيدا عن هذا الهدف ، رغم الجهود الكبيرة التى تبذل للوصول إلى ذلك . وهذا الهدف يبدو ممكنا نظرا لأننا نرى الغلاف الجوى النجمى مباشرة ، ونبنى على هذه المعلومات معرفتنا بتركيبه :

تركيب الغلاف النجمى : يحتل الغلاف النجمى جزءا صغيرا من النجم يمكن إهمال كتلته بجانب الكتلة الكلية للنجم . كذلك فإن إمتداد الغلاف الجوى النجمى صغير جدا إذا قورن بأقطار النجوم . فمثلا يبلغ سمك غلاف ـ الشمس ، أى سمك الكروموسفير والفوتوسفير مجتمعين حوالى ١٠٠٠ كم ، ولا يبلغ ذلك حتى واحد فى المائة من نصف قطر الشمس . وفى حالة فوق العمالقة فقط يقارن سمك الغلاف النجمى بنصف قطر النجم .

و أغلفة النجوم عبارة عن طبقة غازية غير متجانسة البناء . تزداد فيها الأبعاد التى تميز الحالة الطبيعية من درجة حرارة أو كثافة وبالتالى الضغط ناحية داخل النجم ؛ ويقال فى ذلك أنه يوجد طبقات من درجة الحرارة والضغط . تحدث الزيادة فى الكثافة ببطئ فى الطبقات العليا . أما فى الطبقات السفلى فتسير الزيادة بسرعة . ودرجتى الحرارة الفعالة التى تبلغ ٢٨٠٠° لنجم M5 وتبلغ ١٠٧٠٠° لنجم

AO تمثلان قيمتين متوسطتين للطبقتين السفليتين من أغلفة هذه النجوم التى ينشأ فيها الجزء الأكبر من الضوء ذى الطيف المستمر . وتسمى أحيانا أسفل طبقات الغلاف الجوى النجمى مثل الشمس بالفوتوسفير . وهذه الطبقة بدورها صغيرة جدا إذا ما قارناها بسمك الغلاف الجوى النجمى ؛ ففى حالة الشمس على سبيل المثال يبلغ سمك الفوتوسفير بضع مئات الكيلومترات فقط . وهذه الطبقة الرقيقة هى التى نعنيها عندما نتحدث عن سطح النجم . ولا يجب أن نتغافل عدم وجود فاصل حاد وواضح بين الغلاف الجوى وبقية أجزاء النجم ـ كما هو الحال فى الأرض والكواكب الأخرى ـ ؛ فكلا الجزئين على شكل غازى ويتداخلان فى بعضهما .

تختلف طبقات كل من درجة الحرارة والضغط فى داخل الغلاف الجوى النجمى من نوع نجمى إلى آخر . وتعتمد هذه الطبقات على تأثير كل من داخل النجوم والتركيب الكيماوى . وتأثير داخل النجوم ، الذى يوجد فيه غالبية كتلة النجم ، والذى تنتج فيه الطاقة التى يشعها النجم ، يعتمد بدوره من ناحية على جذب الكتلة (الجاذبيه) ومن ناحية أخرى على تيار الطاقة الدائم الذى يسرى من داخل النجم إلى خارجه .

تحاول قوى الجذب ضغط غازات الغلاف الجوى النجمى على بعضها . ويمكن تمييز شدة قوة الجذب هذه عن طريق عجلة التثاقل go على سطح النجم . تزداد عجلة التثاقل بزيادة كتلة النجم إلا أنها أيضا تقل بسرعة مع زيادة نصف قطره (← الجاذبية) . من هنا فإن للعمالقة من النجوم ، ذات الغلاف الجوى الواسع الإمتداد ، كثافة قليلة ، بينما للنجوم الأقزام غلاف جوى أكثر كثافة وأقل إمتدادا . وهناك تأثير آخر على الغلاف الجوى للنجم يأتى كما ذكرنا سابقا من الطاقة المنسابة خلال النجم . ويمكن عن طريق درجة الحرارة الفعالة تمييز كمية الطاقة التى تخرج فى كل ثانية من كل ١سم ٢ حسب قانون إشعاع ستيفان ـ بولتزمان . ويتم إنتقال الطاقة خلال الغلاف الجوى النجمى غالبا بواسطة الإشعاع ، ويقال فى ذلك أن الغلاف الجوى للنجم فى حالة تعادل إشعاعى . وحيث أنه فى الغلاف الجوى النجمى لا تختفى طاقة إشعاعية ولا تنشأ أخرى بسبب عدم وجود منابع للطاقة فإن ناتج التيار الإشعاعى يظل ثابتا . فإذا حدث أن أمتص جزء من الإشعاع فى مكان ما ، فلابد أن يتم إشعاع قدره تماما وإلا تم تسخين فى هذه المنطقة وبالتالى تغيير فى تركيبها . وعلى هذه الشروط لابد أن تتناسق درجات الحرارة والكثافة فى الطبقات المختلفة ، لأن الطاقة التى تُمتص أو تُشع من أى منطقة تعتمد على كل من درجة الحرارة والكثافة السائدين فيها . من هنا فإنه يبدو واضحا مدى تأثير التركيب الكيماوى على تركيب النجم فعلى حسب التركيب الكيماوى تتحدد قدرة إمتصاص الغاز ومعها أيضا قوة التفاعل المشترك بين الإشعاع والمادة .

وللتلخيص يمكن القول بأنه لتركيب كيماوى ما فإن مجرى كل من درجة الحرارة والكثافة يكون بحيث يحمل الضغط الكلى ، الذى يتكون من ضغط الغاز وضغط الإشعاع ، وزن الطبقات التى تعلوه وبحيث يبقى تيار الإشعاع ثابتا . وعلى ذلك تنتج مجموعات من المعالات مماثلة لما فى نظرية التركيب الداخلى للنجوم ، التى تصف طبقات الضغط ودرجة الحرارة .

الغلاف الجوى النجمى وطيف النجوم :ـ يمكن إعطاء فكرة عامة عن كيفية تأثير الغلاف الجوى النجمى على نوع الطيف النجمى . فطيف النجم يتكون عموما من طيف مستمر . وفوقه توجد خطوط إمتصاص . وتؤثر درجة الحرارة السائدة فى الغلاف الجوى النجمى على شكل طيف الإستمرار ، فتزاح فيه قمة الطاقة الإشعاعية ناحية الموجات الأقصر كلما زادت سخونة الغلاف الجوى النجمى . ويعتمد

وجود خط الإمتصاص وشدته على كمية العنصر الذى ينتجه . وبجانب ذلك فإن شدة خط إمتصاص ما تتحدد حسب الظروف الفيزيائية السائدة ، والتى توجد فيها المادة ، المسببة لإمتصاص الخط الطيفى . فعلى سبيل المثال يحدث إمتصاص لخطوط بالمر ، وهى الخطوط الوحيدة للهيدروجين الموجودة فى النطاق البصرى من الطيف ، عندما يوجد عدد كاف من ذرات الهيدروجين فى الغلاف الجوى النجمى ، على أن تكون هذه الذرات متعادلة وفى مستوى الاثارة الأول (تتسبب ذرات الهيدروجين المتعادلة الموجودة فى مستوى الخمود فى إمتصاص خطوط ليمان فى النطاق فوق البنفسجى فقط ؛ أما الهيدروجين المتأين فلا يتسبب فى ظهور أى خط إمتصاص) . أى أنه بجانب التركيب الكيماوى فإن درجة الاثارة والتأين يحددان ما يظهر من خطوط طيفية وكذلك شدتها . وكلا الدرجتين تزدادان مع درجة الحرارة . وتعتمد درجة التأين بالاضافة إلى ذلك على الكثافة (وبالتالى الضغط) فى الغلاف الجوى النجمى . فكلما إنخفضت الكثافة تنخفض كذلك كثافة الإليكترونات ، حيث ينتج عن ذلك عدد قليل من الاليكترونات الحرة لا تكفى لإعادة الإتحاد وبذا تزداد درجة التأين (← التأين) . بهذا يتضح الإختلافات فى الطيف الخطى بين العمالقة والأقزام من النجوم ذات درجة الحرارة المتساوية (← النوع الطيفى ، شكل هرتز سبرنج ـ رسل) . ففى جو نجم عملاق نجد الكثافة أقل مما هى عليه فى نجم قزم ، ولهذا فإن درجة التأين أكبر فى الأول ، عند تساوى درجة الحرارة فى الإثنين . وختاما فإن شكل خط الإمتصاص أيضا ، أى كنتور الخط ، يعتمد على الظروف الفيزيائية السائدة فى الغلاف النجمى . وخطوط الإمتصاص ليست حادة جدا وإنما يغطى كل منها منطقة من الموجات فى ← الطيف . وهذا الإستعراض الخطى له أسباب مختلفة ، أو عوامل مختلفة تعمل على زيادة عرض الخطوط الطيفية . وأوضح تأثير هو ما تسببه ← ظاهرة دوبلر الحرارية . فإشعاع مركز الخط تمتصه جسيمات الغلاف الجوى ، التى ليس لها آية سرعات خطية . ولما كانت الجسيمات تقوم بحركات حرارية غير منتظمة فإنها تمتص الضوء جزئيا فى موجات أقل أو أكثر قليلا من منتصف الخط الطيفى . وتكون النتيجة زيادة فى عرض الخط الطيفى تعلو قيمتها كلما إرتفعت درجة الحرارة . لأنه بذلك تزداد أيضا سرعة الجسيمات التى تمتص الإشعاع ؛ ولما كان عدد الإصطدامات يزداد بزيادة الكثافة فإننا نتوقع وجود خطوط أعرض فى الغلاف الجوى الأكثف والأسخن من الخطوط التى تنتج فى الغلاف الجوى الأبرد والأقل كثافة . أيضا فإنه نتيجة لدوران نجم ما يزداد عرض الخطوط الطيفية وذلك لحدوث إزاحة بنفسجية عند جانب النجم الذى يقترب منا ، بينما تحدث إزاحة حمراء عند الجانب المبتعد عنا حسب ظاهرة دوبلر . وكلا الأزاحتين تتجمعان معا فى خط طيفى عريض .

وليست الظروف ، على آية حال ، بهذه البساطة التى وصفناها . فالضوء الذى تم إشعاعه من الغلاف الجوى النجمى ينتج من طبقات مختلفة العمق . ولما كانت هناك طبقات مختلفة من كل من درجة الحرارة والضغط ، فإن هذا الإشعاع ينشأ فى ظروف فيزيائية عديدة . ينطبق هذا على وجه الخصوص بالنسبة للإشعاع ذى الموجات المختلفة . ويتحدد العمق الذى ينشأ فيه إشعاع الموجات المختلفة حسب كفاءة إمتصاص الغازات . وهذه الكفاءة تتغير بدورها حسب طول الموجه . فالضوء ذو الموجه التى يكون معامل إمتصاصها صغيرا يمكن أن يصل إلى الخارج من طبقات أعمق ، لأن قليل جدا منه فقط يتم إمتصاصه فى الطبقات العليا . وما ينتج فى الطبقات العميقة من إشعاع فى موجات معامل إمتصاص غازات الطبقات العليا لها كبير ، يُمتص فى هذه الطبقات من الغلاف الجوى . أما ما نراه من ضوء فى

هذه الموجات فقد نشأ فقط فى طبقات الغلاف الجوى العليا الأكثر بروده . وبصوره مختصرة فإننا نعبر عن هذه الحقيقة كالآتى : فى نطاق طيفى ما ، يكون فيه معامل الإمتصاص صغير ، يمكننا أن نطل فى طبقات أعمق وأسخن من الغلاف الجوى النجمى عما نستطيع رؤيته فى نطاق طيفى معامل إمتصاصه كبير . يتحدد معامل الإمتصاص من غاز الغلاف الجوى النجمى من التركيب الكيماوى . ويمكن حساب هذا المعامل من ثوابت الفيزياء الذرية ، التى لا تزال غير معروفة أو معروفة بدقة غير كافية . وغالبا ما يتم تقسيم هذا المعامل إلى معامل إمتصاص مستمر ومعامل إمتصاص خطى . فالمعامل المستمر يصف كفاءة إمتصاص الغاز بالنسبة للطيف المستمر . ويتغير بدرجة قليلة مع طول الموجة بصرف النظر عن القفزات عند حدود بعض الخطوط والإنتقالات من مستويات الطاقة المقيدة إلى المستويات الحرة أو من المستويات الحرة إلى المستويات الحرة (← الطيف ، ← تركيب الذرة) من المعادن والهيدروجين والهليوم وأيون الهيدروجين السالب ، تضيف إلى الإمتصاص المستمر . وفى الغلاف الجوى لفوق العمالقة الساخنة يدخل فى ذلك أيضا جزء ينتج من التشتت على الإليكترونات الطليقة . أما معامل الإمتصاص الخطى فيصف كفاءة إمتصاص الغاز للضوء من النطاقات الطيفية للخط الطيفى . وهذا المعامل يبلغ أكبر قيمة له فى وسط الخط الطيفى وتقل هذه القيمة بشدة فى أجنحة الخط . أما ما يزال يشاهد من بقايا ضوء فى وسط الخط الطيفى فإنه ينشأ لذلك من طبقات أكثر إرتفاعا عن مناطق ما يجاورها من طيف مستمر . وتنتج الإمتصاصات الخطية عند إنتقال إليكترون من مستوى طاقة مقيد إلى مستوى مقيد آخر فى الذرة (← تركيب الذرة ، ← الطيف) . وتبعا لإعادة إشعاع الطاقة التى سبق إمتصاصها فإننا نميز بين حالتين : فى التشتت التام يُمتص الضوء من الأشعة المتجهة إلى الخارج ثم يتم إشعاعه ثانية فى نفس الطول الموجى ولكن فى جميع الإتجاهات . أى أن جزء من الضوء فقط يتجه ناحية الخارج ، أما الباقى فيدخل ثانية إلى الغلاف الجوى النجمى . وعلى النقيض من ذلك فإن الطاقة التى يتم إمتصاصها فى الامتصاص التام تتوزع عن طريق الإصطدام على جسيمات أخرى ثم يتم إشعاعها بعد ذلك فى الطيف المستمر وفى جميع الإتجاهات . وفى كلا الحالتين تنشأ خطوط إمتصاص لأن الاشعاع المتجهة إلى الخارج ينقصه ضوء هذه الخطوط . وعلى الرغم من ذلك فإن خواص الخطوط متباينة جدا .

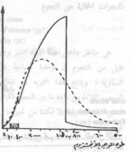
إن تعليل طيف النجوم معقد أساسا لأن الأغلفة الجوية للنجوم لا توجد فى حالة تعادل حرارى . يتضح ذلك من توزيع الطاقة فى الطيف ومن ظهور خطوط الإمتصاص فى طيف النجوم . يبعث الجسم الموجود فى حالة إتزان حرارى بطيف تام الإستمرار ، يناظر فيه توزيع الطاقة ما تعطيه قوانين بلانك للإشعاع . وتلك هى الحالة التى نجدها بالتقريب فى طيف النجوم عند الموجات الطوال . وبصورة خاصة فإن الحيود عن هذا القانون الإشعاعى كبير فى نطاق الموجات المتناهية فى القصر ، التى لا يمكننا رؤيتها من الأرض وذلك بسبب عدم نفاذية غلافها الجوى لمثل هذه الموجات القصيرة ، ويمكن فقط عن طريق الصواريخ والأقمار الصناعية تصوير هذا الجزء من الطيف . مثل هذه الموجات القصيرة تنشأ فى الغالب من الطبقات العليا فى الغلاف الجوى النجمى ، أى أن الإختلاف عن حالة التعادل الحرارى هنا أكبر عما هو عليه فى الطبقات الأكثر عمقا . ويتضح هذا الإختلاف أيضا من عدم إمكانية إعطاء ← درجة حرارة موحدة مثلما هو الحال عند وجود تعادل حرارى . ودرجة الحرارة الفعالة التى يتم حسابها من الإشعاع النجمى لا تتفق ، على سبيل المثال ، مع درجة الحرارة التى تنتج من السرعات المتوسطة للجسيمات . كما أن هناك قيما أخرى لكل من درجتى

حرارة التأين والإثارة اللتان تنتجان من كل من درجتى التأين والاثارة ، الممكن إستنتاجها من خطوط الطيف . وفى هذا الشأن لم تتفق ولو لمرة واحدة درجات الحرارة التى تم تعينها من عناصر كيماوية مختلفة .

مما يؤثر أيضا على الطيف وخصوصا على كنتورات خطوط الإمتصاص وجود إضطرابات فى الغلاف النجمى . ويوضح ضرورة أخذ ذلك فى الاعتبار ما نراه من تحجب فوتوسفير الشمس . وعند وجود تيارات حمل فإن إنتقال الطاقة لا يتم كله بالإشعاع . فى هذه الحالة يوجد فى نفس الطبقة مادة ساخنة صاعدة ومادة باردة هابطة بجانب بعضها .

حساب التركيب :ــ إن ما ذُكر من صعوبات مايزال فى غير نطاق سيطرتنا . وبصرف النظر عن ذلك توجد صعوبات أخرى ، إذا أردنا ، كما تهدف نظرية الغلاف الجوى النجمى ، حساب البناء الفيزيائى والتركيب الكيماوى للعناصر الكيماوية من أرصاد الطيف النجمى . ولا يمكن حساب أى من العاملين المذكورين بدون الإعتماد على الآخر مثلما يتضح مما ذكر عن تركيب الغلاف النجمى . ويمكن حساب الحالات الفيزيائية ، أى مسار كل من درجة الحرارة والكثافة وذلك عندما نعرف التركيب الكيماوى ، لأن هذا يحدد التفاعل المشترك بين المادة والإشعاع . ومن ناحية أخرى فإنه يمكن فقط إستخراج التركيب الكيماوى من شدة الخطوط الطيفية ، إذا علمنا الظروف الطبيعية الموجودة فيها المادة التى تتسبب فى الخطوط الطيفية . أى أنه ليس من الممكن إعطاء حل تام لهذه المشكلة . من هنا لابد لنا من الرجوع إلى الطرق التقريبية والمملة فى نفس الوقت . وكتقريب أولى يجرى تحليل مبدئى . ولهذا الغرض يفترض أن الغلاف النجمى متجانس التركيب فى جميع مواضعه وتسود فيه نفس درجة الحرارة والضغط فى كل مكان . ويتم إستخراج القيم المتوسطة المناسبة لكل من الضغط ودرجة الحرارة بواسطة الطيف النجمى . بعد ذلك يمكن إستنتاج التركيب الكيماوى من شدة الخطوط الطيفية . وقد إتضح أن القيم التى نحصل عليها بهذه الطريقة تمثل قيما تقارب من الحقيقة جيدا . ومن هنا فإننا نقتصر فى كثير من الدراسات على التحليلات الأولية فقط . أما إذا كنا فى حاجة إلى دقة أكبر ، فإن ذلك يستدعى إجراء تحليل دقيق . ولهذا الغرض فإن نتائج التحليل المبدئى تشمل الأساس للتركيب الكيماوى فى الغلاف الجوى النجمى وكذلك قيمة تقريبية لعجلة التثاقل ؛ وعلى ذلك يمكننا حساب مجرى كل من درجة الحرارة والكثافة . بعد ذلك تظل التحسينات تجرى على القيم الناتجة إلى أن نحصل على ثبات فى تيار الطاقة الكلى ، أى التيار الإشعاعى مضافا إليه الطاقة التى تنتقل عن طريق تيارات الحمل إلى الخارج . وإذا ما حسبنا شدة وكنتورات الخطوط الطيفية التى تنتج من نماذج الأغلفة النجومية هذه ، فإننا نجد إختلافات عن الطيف الموجود . وعن طريق تغيير قيم كل من التركيب الكيماوى ودرجة الحرارة وعجلة التثاقل فإنه لابد أن تقل الإختلافات بالتدريج . وبقدر زيادة أهمية هذه التحليلات الدقيقة يزداد المجهود فى آدائها بحيث نضطر إلى الإكتفاء بتطبيق الطريقة فقط على بضع أغلفة نجومية .

يتضح من التحليلات التى أجريت حتى الآن على أطياف النجوم ، أن التركيب الكيماوى لنجوم نفس الجمهرة متشابه جدا ، إلا أنه توجد إختلافات كبيرة بين نجوم الجمهرات المختلفة (ــه شيوع العناصر) . ومن حساب تركيب أغلفة النجوم تتضح إمكانية تحديد الإشعاع فى المناطق الطيفية المختلفة التى لا تصلها الأرصاد بسبب درجة النفاذية المحدودة للغلاف الجوى الأرضى . ونرى نتائج مثل هذه الحسابات ممثلة فى الشكل . ومن الشكل يتضح درجة عظم الإختلاف عن المنحنى المتصل لقانون بلانك الاشعاعى وخصوصا فى المنطقة فوق البنفسجية ، أى المنطقة من الطيف التى تلى التطاق



توزيع شدة الاضاءه كما حسبها ترافنج لنموذج غلاف نجم BOV درجة حرارته الفعاله ٣٢٨٠٠°ك . ويوضح المنحنى المشرط (...) مسار شدة الاضاءه لنفس درجة الحراره حسب قانون بلانك . والمنطقة المظلله تدل على النطاق البصرى .

البصرى . ومن الخصائص المميزة ظهور قفزات عند حدود سلاسل الخطوط ، على سبيل المثال عند حدود سلسلة بالمر بجوار الطول الموجى ٣٦٥٠ أنجشتروم وعند حدود سلسلة ليمان بجوار الطول الموجى ٩١٢ أنجشتروم .

إن حساب الغلاف الجوى للشمس أكثر بساطة إذ نستطيع دراسة الإشعاع الصادر من كل جزء من أجزاء قرص الشمس على حده ، بينما نشاهد فقط إشعاعا متوسطا للنجوم الأخرى النقطية الشكل . ونلاحظ على قرص الشمس وجود إنخفاض فى اللمعان ناحية الحافة ، عتامة الحافة . وليس هذا إلا نتيجة لطبقية درجة الحرارة فى الفوتوسفير (← الشمس) . من هنا فإنه من الممكن حساب طبقات درجة الحرارة ، أى تركيب الفوتوسفير ، من أرصاد عتامة الحافة . بهذه الطريقة فإننا نكون فى حل من التداخل بين البناء الطبيعى من جهة وبين التركيب الكيماوى من جهة أخرى ، كما نكون فى وضع أكثر مناسبة للدراسة والتحليل . وهناك ظروف طبيعية مناسبة ومشابهة لذلك فقط فى حالة ← المتغيرات الكسوفية . وجو الشمس به تغييرات غير مرئية بالنسبة لصورة تركيب أغلفة النجوم : حيث توجد تيارات حمل ، أى تسخين فوق عادى فى الطبقات العليا من الغلاف الجوى وإضرابات قصيرة العمر مثل الإنفجارات .... الخ . وهذه الإضطرابات ممكنة الحدوث أساسا فى حالة النجوم الباردة نسبيا وذات النوع الطيفى المتأخر ، التى لم تدرس حتى الآن بسبب صعوبات كبيرة .

الغلاف الجوى النجمى فى حالة نجوم خطوط الانبعاث :ـ على حسب الخصائص الكثيرة فى الطيف ، لابد أيضا من وجود خصائص كثيرة ، فى تركيب الأغلفة الجوية للنجوم ، لم تتضمنها حتى الآن النماذج التى شرحت سابقا . وبالنظر إلى الكثير من الصعوبات التى تواجهنا فى دراسة النجوم العادية نجد أنه ليس من العجيب فى شىء أننا لا نعرف الكثير حتى اليوم عن النجوم غير العادية . وعموما فإننا نكون سعداء إذا وجدنا تعليلا كيفيا لطريقة حدوث الإختلافات . ومن الخصائص الكثيرة نتحدث فقط وبإختصار عن النجوم ذات خطوط الإنبعاث اللامعة فى طيفها . ومن هذه نتتقى النجوم الساخنة ذات النوع الطيفى المتقدم وهى الأسهل فى معالجتها . فى هذه النجوم الساخنة ذات الخطوط الإنبعاثية يمكن التمييز بين ثلاثة مجموعات : وولف ـ رايت ، والمتغيرات الشبيهة بالنوفا (النجوم الجديدة) ، والتى تسمى أحيانا نجوم P ـ الدجاجة ونجوم B_e . ولهذه النجوم غلاف جوى عظيم الإمتداد وغير مستقر بل يتجدد بإستمرار . أى أن الغلاف الجوى يتكون من تيار مادى له كثافة منخفضة يسرى من النجم إلى فراغ ما بين النجوم . وتقدر سرعة المادة الخارجة من النجم فى حالة نجوم وولف ـ رايت بحوالى ١٠٠٠ كم/ث ، وفى حالة نجوم P ـ الدجاجة (سيجنى) حوالى ١٠٠كم/ث . والظروف الفيزيائية فى هذه الأغلفة النجومية تشابه ما عليها فى حالة السدم

الكوكبية ، التى لها أيضا طيف إنبعاث خطى . تنشأ خطوط الإنبعاث من إمتصاص الاشعاع فوق البنفسجي المنبعث من النجم فى الغلاف الجوى ، ثم يستهلك هذا الإشعاع للإثارة أو التأين وبعد ذلك يعاد إشعاعه تحت ظروف خاصة على مراحل متتابعة . فى أثناء ذلك تنشأ سلسلة من خطوط الإنبعاث ، التى يمكننا مشاهدتها فى الطيف . تسمى هذه العملية بالتزهر . ويمكن إرجاع كثير من الإختلافات فى أطياف المجموعات الثلاثة من نجوم خطوط الإنبعاث إلى الكثافات المختلفة فى الأغلفة الجوية . ففى كل من نجوم وولف - رايت ونجوم P - سيجنى نجد أن التيار المادى كثيف لدرجة أن كل الطيف ، أى خطوط الإنبعاث والطيف المستمر تنشأ ، فى هذا التيار المادى . أما التيار المادى فى حالة نجوم Be فكثافة أقل بكثير . ويمكن تخيل الأجزاء الخارجية من هذه النجوم مكونة من غلاف جوى عادى ينشأ فيه كل من الطيف المستمر وطيف الإمتصاص الخطى . وفوق هذا الغلاف هالة رقيقة ضوئيا تنشأ فيها خطوط الإنبعاث خلال عملية التزهر .

الغول

Algol *(A)*

هو النجم بيتا فى كوكبة فرساوس (برشاوش) . والغول هو نجم نمطى لمجموعة من ← المتغيرات الكسوفية ، التى تعرف باسم نجوم الغول . وهذا النجم عبارة عن عدة نجوم . ويأتى التغيير الضوئى نتيجة إخفاء متبادل لنجمين نوع أحدهما الطيفى B8 ونوع الآخر K ، وكلا النجمين ينتميان إلى نوع القوة الإشعاعية V . وللنجمين فترة دوران طولها ٢٫٨٦٧ يوما . ويدور حول هذين النجمين نجم ثالث F2 مرة كل ١٫٨٧٣ سنة . ومن المحتمل أيضا أن يضم هذا النظام نجما رابعا . يبلغ اللمعان الظاهرى الكلى للغول فى نهايته العظمى القدر ٢٫٢ . ويبعد نجم الغول عنا بحوالى ٣١ بارسك أى ١٠٠ سنة ضوئية .

ف

فائض اللون

color excess
excès de couleur *(sm)*
Farbexzess *(sm)*

هو مقياس لتلوين نجم ما ، ← المعامل اللونى .

الفارس الصغير

alcor
Alcor
Alcor, Reiterlein *(sn)*

هو نجم السهى فى كوكبة ← الدب الأكبر .

فاصل إنكى

Enke's dirission
division d'Enke *(sf)*
Enkesche Teilung *(sf)*

فراغ بين حلقات ← زحل .

فاصل كاسينى

Cassini's divission
division de Cassini *(sf)*
Cassinische Teilung *(sf)*

فراغ بين حلقات ← زحل .

الفتيل

Filament
filament *(sm)*
Filament *(sn)*

رمز للأشكال الطبيعية الممتدة يستعمل كثيرا فى الفلك وعلى وجه الخصوص لوصف :

(١) شكل السدم المضيئة من مادة ما بين النجوم .

(٢) ← الزغب الشمسى (عندما يشاهد على صور الكروموسفير كخطوط قاتمة .

الفجوات الخالية من النجوم

star free zones
régions d'absence *(pf)*
Sternlücke *(pf)*

هى مناطق داخل سكة التبانه تتميز بوجود عدد قليل من النجوم فى وحدة المساحة على الكرة السماوية ، وينتج هذا التمويه فى الغالب بفعل السحب القاتمة من مادة ما بين النجوم الترابية ، التى تمتص الضوء بدرجة لا تمكننا من تمييز ما وراءها من نجوم .

فجوة هرتز سبرنج

hertzsprung gap
lacune de Hertzsprung *(sf)*
Hertzsprung Lücke *(sf)*

هى منطقة فى ← شكل هرتز سبرنج ـ رسل يقل فيها عدد النجوم بصورة واضحة .

فخذ الدب

Phecda *(A)*

هو النجم α فى كوكبة ← الدب الأكبر .

فراونهوفر

Fraunhofer

هو الفلكى الفيزيائى الألمانى يوسف فون فراونهوفر المولود بتاريخ ٦ مارس ١٣٨٧ فى ستراوبنج والمتوفى بتاريخ ٧ يونيو ١٨٢٦ فى ميونيخ ، منذ ١٨٢٣ أستاذا فى ميونيخ . وقد عمل فراونهوفر أساسا فى مجال الضوء وحدد طول الموجه الضوئية بواسطة المحزوزات المفرقة وقام ببعض التحاليل الطيفية . وبالنسبة للفلك فإن تحسينات فراونهوفر للمنظار ذات أهمية وكذلك دراساته عن خطوط الإمتصاص فى طيف الشمس (خطوط فراونهوفر) .

فرساوس أو حامل رأس الغول

Perseus, Per *(L)*

هو إحدى كوكبات نصف الكرة الشمالى التى تشاهد عالية فى السماء فى خطوط عرضنا فى ليالى الشتاء . والنجم β فرساوس ، الذى يسمى بالغول يعد أنموذجا نمطيا لمجموعة من المتغيرات ، نجوم الغول . وتمر سكة التبانه خلال كوكبة فرساوس . وفى هذه الكوكبة يوجد كل من الحشدين النجمين h (هى) ، x (شى) اللتان نشاهدهما أيضا بالعين المجردة (اللوحة ١٢) . كما يمكن رؤية الحشد M34 بنظارة ميدان .

الفرساوسيات

persids
persids *(pm)*
Persiden *(pm)*

← تيار شهبى .

الفرس الأصغر أو قطعة الفرس

Equuleus, Equ *(L)*
Colt
petit cheval
kleines Pherd *(sm)*

كوكبة صغيرة فى منطقة خط الإستواء السماوى نشاهدها فى ليالى الخريف .

الفرس الأعظم

Pegaseus, Peg *(L)*
Wingedhorse
pégase *(sm)*
Pegaseus

كوكبة واسعة إلى الشمال من خط الإستواء نراها فى ليالى الخريف .

الفرض

Alphard *(A)*

ألمع نجم (α) فى كوكبة الشجاع . ولهذا النجم لمعان بصرى من القدر ١ و ٢ وينتمى إلى نوع القوة الإشعاعية III والنوع الطيفى K4 وتبلغ المسافه بيننا وبين هذا النجم ٣٥ بارسك أى ١١٥ سنة ضوئية .

فرض التجانس

homogenity postulate
postulat d'Homogénéite *(sm)*
Homogenitäts postulat *(sn)*

← الكسمولوجى

فرع العمالقة

giant branch
branche du géant *(sf)*
Riesenast *(sm)*

منطقة فى ← شكل هرتز سبرنج ـ رسل توجد بها النجوم العمالقة .

الفرغانى

Alfraganus *(A)*

هو محمد بن قطير الفرغانى الذى عاش حوالى عام ٨٤٠ وسمى بإسم بلدته فرغانه (بوسط آسيا) . وهو مؤلف «مبادئ علم الفلك والتوقيت» الذى إتبع فيه بطليموس وفاقه فى دقة ما إستعمله من قياسات مدرسة المأمون . كما أضاف الفرغانى إلى هذا الكتاب بعض التخيلات الفلكية . وقد ترجم الكتاب المذكور إلى اللاتينية فى القرن الثانى عشر فساهم فى نهضة العلم فى أوروبا ، وإستقى منه دانتى معظم معلوماته الفلكية . وتقديرا للفرغانى تم إطلاق إسمه على إحدى مناطق الجانب الآخر من سطح القمر .

الفرقعة الكبرى

big - bang
big - bang
big Bang, Urknall *(sm)*

← الكسمولوجى

الفرن

oven
fõrneaux *(sm)*
Ofen *(sm)*

كوكبة ← الكور .

الفرن الكيماوى

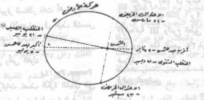
Fornax, For *(L)*
chemical oven
fõrneaux chimique *(sm)*
chemischer Ofen *(sm)*

إحدى كوكبات نصف الكرة الجنوبى التى نشاهدها فوق الأفق فى ليالى الشتاء .

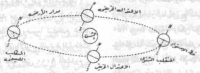
فصول السنة

seasons
saisons *(pf)*
Jahreszeiten *(pf)*

هى الفترات الزمنية بين وقت إعتدال ربيعى أو خريفى وبين كل من الإنقلاب الصيفى أو الشتوى وتختلف فترة فصول السنة المختلفة مع الزمن بعض الشيء وذلك بسبب السبق ودوران خط الأوج والحضيض ، اللذان يؤديان إلى إزاحة نقطتى الإعتدال بالنسبة لنقطتى الانقلاب . وفى الوقت الحاضرنجد أن **الربيع الفلكى** (من الإعتدال الربيعى حتى الانقلاب الصيفى أى من حوالى ٢١ مارس حتى ٢ يونيو) يشمل ٩٠ يوما و١٩ ساعة . **والصيف الفلكى** (من الانقلاب الصيفى حتى الإعتدال الخريفى



١ وضع خطى الأوج والحضيض لمدار الأرض حول الشمس وكذلك خط الإعتدالين (ـ) بالنسبه لبعضها . وتعطى التواريخ الزمن التقريبى الذى تتواجد فيه الشمس فى المكان المحدد.



٢ وضع محور دوران وخط إستواء الأرض بالنسبه لمستوى مدار الأرض عند بداية الفصول المختلفة .

أى من ٢١ يونية حتى ٢٣ سبتمبر) يمتد بطول ٩٣ يوما ، ١٥ ساعة . **والخريف الفلكى** (من الاعتدال الخريفى حتى الإنقلاب الشتوى ، أى من ٢٣ سبتمبر حتى ٢١ ديسمبر) يستمر ٨٩ يوما ، ٢٠ ساعة . **والشتاء الفلكى** (من الانقلاب الشتوى حتى الإعتدال الربيعى ، أى من ٢١ ديسمبر حتى ٢١ مارس) يستغرق ٨٩ يوما فقط . وينتج الإختلاف الفلكى فى أطوال فصول السنة من الحركة غير المنتظمة للأرض فى مدارها حول الشمس ؛ ففى أثناء قربها من الشمس تدور الأرض بسرعة أكبر عنها فى أبعد مكان لها عن الشمس . كذلك فإن عدم إنطباق القطر الأكبر لمدار الأرض مع الخط الواصل بين الانقلابين ، يسبب إختلافات فى متوسط سرعة الأرض فى مدارها على مر السنين (يمكن أن يختلف تاريخ بداية السنة الفلكية بيوم واحد : فالسنة التقويمية طولها ٣٦٥ يوما بينما طولها فى السنين الكبيسة ٣٦٦ يوما هذا فى الوقت الذى لا يعتمد فيه مرور الشمس بنقطة الربيع ، مثلا ، على تقويمنا) .

وتأتى الإختلافات الطقسية فى الفصول المختلفة إلى أن مستوى الإستواء الأرضى ذى الوضع الثابت فى الكون يميل على مستوى مدار الأرض حول الشمس بحوالى ٢٣٫٥ . ففى أثناء الربيع والصيف الفلكيين تواجه الشمس نصف الكرة الأرضية الشمالى ، بينما فى أثناء الخريف والشتاء يكون نصف الكرة الأرضية الجنوبى فى هذا الوضع . وبالإضافة إلى ميل الأشعة الساقطة من الشمس ـ فى الربيع والصيف تسقط أشعة الشمس بميل أكبر على نصف الكرة الأرضية الجنوبى ـ فإن إختلاف فترة الاشعاع الشمسى اليومى فى فصول السنة المختلفة يتسبب أيضا فى إختلافات طقسية .

الفضاء

space
espace *(sm)*
Weltraum *(sm)*

(١) تماما مثل ← الكون ؛ (٢) ما فوق الغلاف الجوى الأرضى .

فضائى

astro
astre
stern

موجود فى الفضاء الخارجى أو منسوب إليه .

الفلطحة

oblatness, flattening
aplatissement *(sm)*
Abplattung *(sf)*

هى إختلاف شكل الجرم السماوى عن الشكل الكروى . ويعبر عن الفلطحة بالفرق بين أنصاف الأقطار الإستوائية والقطبية مقسوما على نصف القطر الاستوائى . وعن فلطحة الكواكب ؛ ← كوكب .

فلك الأشعة تحت الحمراء

infrared astronomy
inforauge astronomie *(sf)*
Infrarotastronomie *(sf)*

مجال جديد من مجالات الفلك يهتم بالبحث فيا ينبعث من الأجسام السماوية من إشعاع فى المنطقة تحت الحمراء من الطيف ، أى فى المنطقة من ٨٠٠٠

إلى ٢٥٠٠٠٠ أنجشتروم (٨ر٠ إلى ٢٥ ميكرون) . وتنشأ صعوبات الرصد من ندرة وجود المستقبلات الحساسة فى هذا النطاق . وعموما تستخدم خلايا كبريتات الرصاص ، لأن الألواح الفوتوغرافية ذات حساسية فقط بدرجة كافية حتى ٩٠٠٠ أنجشتروم . كذلك تستخدم أنصاف الموصلات الكهربائية التى تحول الشعاع الملتقط إلى إشارات كهربية مباشرة . وهناك صعوبة أخرى تتمثل فى جو الأرض الذى ينقذ فى نطاق تحت الأحمر بطريقة جزئية فقط ، ويلعب فيها إمتصاص بخار الماء وثانى أكسيد الكربون دورا كبيرا . ويمكن التغلب على هذا المانع بتأثيث محطات أرصاد فوق الجبال العالية ذات الطقس الجاف أو إطلاق أجهزة مع البالونات إلى إرتفاع من ٣٠ إلى ٤٠ كم فوق سطح الأرض .

وتعتبر **كنجوم تحت حمراء أو منابع تحت حمراء** تلك الأجسام التى تكتشف بواسطة جهاز حساس فى المنطقة تحت الحمراء من الطيف والتى تحتوى أكثر من ٩٠٪ من إشعاعها فى النطاق تحت الأحمر . وهذه المنابع تضم مجموعة مختلفة من النجوم . فهى مثلا تشمل نجوما من الطرف الأسفل للتتابع الرئيسى أى نجوما باردة جدا ، وكذلك نجوما مازالت فى مرحلة الإنكماش ولم تصل التتابع الرئيسى بعد وأيضا نجوم الأعجوبة أثناء حضيضها الضوئى . وقد يكون نجم تحت أحمر من النجوم العادية جدا ولكنه تأثر فقط بالإمتصاص الكبير فى مادة ما بين النجوم أو عانى من الإحمرار بفعل المادة الترابية الموجودة حوله . وكمنابع تحت حمراء تعتبر نوى سلسلة من المجموعات النجومية الخارجية وأشباه النجوم من الراديويات . وكما توجد فى مركز الطريق اللبنى مثل هذه المنابع تحت الحمراء التى يبلغ قطرها فقط ١٠ بارسك .

إن درجة حرارة المنابع تحت الحمراء منخفضة جدا . فمثلا تبلغ درجة حرارة الجسم NML الدجاجة (الحروف الأولى من أسماء مكتشفيه) ٧٠٠ إلى ٨٠٠ درجة مطلقة وقد حددت درجة حرارة منبع فى كوكبة الجبار تبعا لتوزيع شدة الطيف فيه فوجدت ١٥٠ درجة مطلقة . ولكن نظرا لإتساع هذا الجسم جدا فإن ما ينتج من طاقة تبلغ مئات الآلاف مثل قوة إشعاع الشمس . وأكثر الإحتمالات تدل على أن هذه الأجسام عبارة عن سحب بين نجمية كبيرة بها عدد كبير من النجوم الأولية تعمل على تسخينها . أما المنبع NML الدجاجة فيشاهد فيه ما يمكن أن يكون نجما واحدا فى طور النشوء .

فلك أشعة جاما

gama astronomg
gama astronomie *(sf)*
Gamaastronomie

هو ← فلك رونتجن .

فلك البالونات

ballon astronomy
ballon astronomie *(sf)*
Ballon astronomie *(sf)*

أحد فروع الفلك العملية ؛ ويهتم فلك البالونات بإجراء الأرصاد الفلكية بإستخدام البالونات العالية . فترتفع الأجهزة إلى بعد حوالى من ٣٠ إلى ٤٥ كم أى فوق ٩٩ إلى ٩ر٩٩٪ من الغلاف الجوى الأرضى على التوالى . وفى هذه الحالة لا تتأثر الأرصاد بالتألق . وبالاضافة إلى ذلك فإن الإستبعاد فى جو الأرض يصبح قليلا جدا . وهناك ميزة أساسية لهذه الأرصاد وهى أن الحيز الطيفى الممكن رصده يزداد فيصل للموجات فوق البنفسجية ذات الموجات الأقل ٢٠٠٠ أنجشتروم وكذلك للموجات الأطول من تحت الأحمر . وحتى الآن إهتمت أرصاد فلك البالونات بأرصاد الشمس والكواكب ولو أنه قد تم أيضا إجراء فحوص لطيف بعض النجوم .

الفلك الراديوى

radioastronomy
radioastronomie *(sf)*
Radioastronomie *(sf)*

هو أحد مجالات علم الفلك ، ويهتم بدراسة ما يصلنا من الكون من ← أشعة راديوية ، تصل إلى

..درص بطول موجى من ١ مم إلى ٢٠م . ويشمل ذلك ما ينبعث من كل من الشمس والقمر والكواكب . والإشعاع الذى يصلنا من جميع أنحاء السماء ، وخصوصا من سكة التبانه وكذلك إشعاع ← المنابع الراديوية الضيقة ومنها المنابع الراديوية الشبية بالنجوم و ← البلسار اللذان تم إكتشافهما حديثا ونالا أهمية كبيرة . وطيف الإشعاع الراديوى عموما مستمر ، وإن كانت مادة ما بين النجوم يمكنها أن تمتص أو تبث بخطوط فى النطاق الراديوى . من هنا فإن ما ينبعث من الهيدورجين المتعادل فى مادة ما بين النجوم بطول موجى قدره ٢١سم له أهمية خاصة (← غاز ما بين النجوم) .

وفى ← طريقة الصدى الراديوى ترسل المحطات الأرضية موجات راديوية ثم يتم رصد إنعكاسها على أجسام المجموعة الشمسية وكذلك على النيازك .

تختلف ← الأجهزة الراديوية كثيرا عن الأجهزة البصرية . فى الأولى تستخدم مجموعات من هوائيات عديدة أو مناظير راديوية سطحها العاكس مصنوع من صفحات معدنية أو شبكات سلكية . ويتطلب كبر طول الموجه الراديوية أن تكون أجهزة الإستقبال كبيرة جدا ، وذلك إذا أردنا تفريقا للمنابع الإشعاعية يصل إلى بضع درجات . وفى التحديد الدقيق لأماكن المنابع الراديوية تستخدم مجموعات تداخل .

أتاح تطور الفلك الراديوى إمكانيات جديدة تماما للفلك . وحيث أن ما يأتينا من إشعاع هو الشىء الذى يعطينا معلومات عن الأجسام الغير أرضية ، فإنه من المهم جدا بالطبيعة معرفة هذا الإشعاع وبقدر الإمكان فى نطاق طيف كبير . ينشأ الإشعاع فى النطاق البصرى غالبا من النجوم بينا يأتى جزء كبير من الإشعاع الراديوى من فراغ ما بين النجوم . لذلك يمكن بواسطة الفلك الراديوى الحصول على معلومات عن المادة المتناثرة بين النجوم ، والتى لا يمكن الوصول إليها نهائيا أو على الأقل مباشرة بواسطة المساعدات البصرية . وهناك ميزة كبيرة أخرى تتمثل فى إمكانية عبور الإشعاع الراديوى لتلك المناطق التى تمتص فيها الموجات القصيرة بواسطة غبار ما بين النجوم . ويبدو ذلك على وجه الخصوص مناسبا لدراسة الأجزاء البعيدة من ← مجموعة سكة التبانه ، لأن ما يأتينا من إشعاعها البصرى تمتصه السحب الداكنة ، مخفية وراءها هذه الأجزاء . ومن الممكن علاوة على ذلك فى النطاق الراديوى رصد أجسام بعيدة جدا ، بدرجة يصعب معها الرصد البصرى . أى أن الفلك الراديوى عمل على زيادة الكون المرصود .

ولما كانت الأرصاد الراديوية الفلكية لا تتأثر بضوء الشمس المنتشر فى الغلاف الجوى الأرضى ، فإنه يمكن إجراء هذه الأرصاد أيضا أثناء النهار .

عرض تاريخى :ـ فى عام ١٩٣٢ إكتشف «جانسكى» التنكولوجى الراديوى من أمريكا الشمالية أن سكة التبانه ترسل موجات راديوية ، وذلك فى أثناء أبحاثه فى الإضطرابات الراديوية . إلا أن ذلك لم يلق أى عناية . وفى عام ١٩٤٢ اكتشف أن الشمس أيضاتبعث بأشعة راديوية . إلا أن التطور السريع فى الفلك الراديوى حدث فقط فى نهاية الأربعينات بعد التقدم الكبير فى تكنولوجية الراديو . فتم إكتشاف أول منبع راديوى عام ١٩٤٦ . أما الخط ٢١سم فقد سبق التنبؤ به نظريا فى عام ١٩٤٤ ثم تم رصده بالمنظار الفلكى لأول مرة عام ١٩٥١ . وفى عامى ١٩٦٣ ، ١٩٦٧ أمكن إكتشاف مجموعة جديدة من الأجسام الكونية هى المنابع الراديوية الشبيية بالنجوم والبلسار على التوالى . كما تم فى عام ١٩٦٣ لأول مرة إكتشاف الجزيئات الغير نجمية . ومنذ عام ١٩٦٨ أمكن رصد العديد من جزيئات ما بين النجوم .

فلك رونتجن

Röntgenastronomie
Röntgen - astronomie *(sf)*
Röntgenastronomie *(sf)*

هو أحد المجالات الفلكية ، ويهتم بدارسة ما يصل من الكون من أشعة رونتجن . وأحيانا يتم التمييز بين كل من فلك رونتجن **وفلك جاما** ، وذلك بالتحديد عندما تكون بصدد دراسة أشعة رونتجن قصيرة الموجة جدا ، أى أشعة جاما .

ونظرا لأن الغلاف الجوى الأرضى غير منفذ للموجات الأقصر من حوالى ٣٠٠٠ أنجشتروم (← الطيف) . فإن فلك رونتجن يمكن إجراؤه فقط بواسطة أى من البالونات أو الصواريخ والأقمار الصناعية أو سفن الفضاء . كذلك فإن جزءا من أشعة رونتجن تُمتص فى فضاء ما بين النجوم . وتزداد شدة الإمتصاص كلما كبرت طول موجة الإشعاع . ومن هنا فإن دراسة المنابع الرونتيجينية الموجودة خارج المجموعة الشمسية ممكن فقط بواسطة موجات أقصر من حوالى ٣٠ إلى ٤٠ أنجشتروم . و ← الشمس فقط هى التى يمكن دراستها فى كل النطاق الرونتجينى .

أمكن التحقيق من تطابق بعض **المنابع الرونتجينية** مع منابع راديوية . ومثال ذلك كل من المنبع الراديوى كاثيوبيا -A وسديم السرطان ، اللذان يمثلان بقايا إنفجارات سوبر نوفا . أما منبع العقرب ١× (١× تدل على أول منبع رونتجن تم إكتشافه فى هذا البرج) فينطبق مع جسم بصرى لمعانه الظاهرى حوالى ١٣ قدرا . وتدل المقارنة على أن النسبة بين الإشعاع فى النطاق البصرى إلى الإشعاع فى نطاق أشعة رونتجن هى حوالى ١ : ١٠٠٠ ، أى أن إشعاع رونتجن أقوى بكثير من الإشعاع البصرى . ومما يثير الإنتباه أيضا بالنسبة لهذا الجسم أن كلا من لمعانيه الرونتجينى والبصرى يتغيران بطريقة غير منتظمة . وبالاضافة إلى منابع رونتجن أعضاء مجرة سكة التبانه أمكن أيضا رصد منابع غير مجريه ، على سبيل المثال المجرتين لراديوتين الدجاجة-A والعذراء-A

وفى حالة المجرة الراديوية قنطورس -A يكاد يبلغ الإشعاع فى نطاق رونتجن ضعف الإشعاع الراديوى . ويرجع السبب فى قلة عدد ما طوبق من منابع رونتجن بالأجسام البصرية من ناحية إلى صغير كفاءة التفريق فى أجهزة رونتجن المتاحة . ومن ناحية أخرى من الممكن أن تكون هذه المنابع موجودة فى الأذرح الحلزونية من مجرة سكة التبانه . وبجانب المنابع الرونتجينية المحددة فقد إكتشف أيضا إشعاع رونتجن متشتت (إشعاع الخلفية) . وحيث أن هذا الإشعاع يبدو متساويا من كل أنحاء السماء ، فإنه يُفترض أن يكون مصدره من خارج المجره .

ولا يزال السؤال عن الكنه الفيزيائى لأشعة رونتجن ، أى عمليات نشأتها ، غير واضح لكثير من منابع رونتجن . فعلى سبيل المثال ليس واضحا ما إذا كان منبع العقرب١ × عبارة عن نجم بالمعنى العادى أو منطقة سديمية . ولا يزال أيضا غير ممكن ، بواسطة توزيع شدة الطيف فى نطاق أشعة رونتجن ، الإستدلال على ما إذا كان الأشعاع من منابع رونتجن ينشأ على هيئة ← إشعاع سينكروترونى أو كإشعاع إبطائى ، ينتج عند فرملة الاليكترونات المتحركة بطاقة عالية فى المجالات الكهربية للأيونات . ويعتقد أن يكون إشعاع الخلفية المتشتت ناشئا بواسطة ظاهرة كومبوتون المعكوسة : حيث يحدث تفاعل مشترك بين الإليكترونات عالية الطاقة والكمات الضوئية منخفضة الطاقة فى فضاء ما بين المجرات ، يؤدى إلى إنتقال طاقة من الإليكترونات إلى الكمات تعمل على تقصير فى طول موجتها . بهذه الطريقة يمكن أن تكون نظرية كومبوتون العكسية عبارة عن تحويل من الاشعاع قليل الطاقة ، أى إشعاع الثلاث درجات طويل الموجة إلى أشعة رونتجن عالية الطاقة أى قصيرة الموجة .

الفلك الكروى

spherical astronomy
astronomie sphérique *(sf)*
sphärische Astronomie *(sf)*

← القياسات الفلكية .

فلك المواقع

position astronomy
astronomie de position *(sf)*
Possitionastronomie *(sf)*

← علم الفلك .

الفلك النجمى

stellar astronomy
astronomie stellaire *(sf)*
Stellarastronomie *(sf)*

مضمون شامل لمجالات الفلك التى تهتم بالنجوم الثوابت) .

فلك النيوترينو

neutrino astronomy
neutrino astronomie *(sf)*
Neutrnoastronomie *(sf)*

هو أحد المجالات الفلكية ، ويهتم بأرصاد ما ينبعث من الأجرام السماوية من نيوترينو . ويستدل على ذلك عن طريق دراسة ما يسببه النيوترينو من تحولات نووية أو ما ينبعث من إشعاعات ثانوية بعد تفاعله مع نوى الذرات . ولما كان التفاعل المشترك للنيوترينو مع المادة صغير للغاية ـ شعاع النيوترينو يمكنه أن ينفذ خلال ملايين النجوم بدون أن يضعفه ذلك فى شيء ! ـ لذلك فإن إحتمال رصده صغير جدا . وبالإضافة إلى ذلك فإن أرصاد ما ينبعث من جسيمات خلال تفاعلات النيوترينو تزداد صعوبة بسبب الجسيمات الثانوية للأشعة الكونية . ومن أجل عزل الأخيرة تقام تجهيزات الأرصاد فى المناجم العميقة .

تنشأ النيوترينوز ، على سبيل المثال ، أثناء إنتاج الطاقة فى النجوم . ومن ذلك أنه يتحرر إثنين من النيوترينوز أثناء بناء نواة واحدة لذرة هليوم من أربع بروتونات . على أن لكل عملية من عمليات التحول النووى توزيعا مميزا فى طاقة النيوترينو . فإذا ما أمكن تحديد هذا التوزيع عن طريق الرصد ، لحصلنا بذلك على مفاتيح ما يحدث فى الأعماق السحيقة للنجوم من عمليات نووية وبالتالى عن درجات الحرارة السائدة هناك . وبالإمكانيات الحالية للأرصاد فإن فرصة النجاح متاحة فقط لدراسة النيوترينوز المنبعثة من أعماق الشمس .

فلكى

astronomic
astronomique
astronomische, astro

منسوب إلى الفلك .

فم الحوت

Fomalhaut *(A)*

هو النجم α (ألفا) فى كوكبة الحوت الجنوبى ولمعانه الظاهرى البصرى ٢ر١ قدر ونوعه الطيفى A3 ونوع قوته الاشعاعية V ويبعد عنا بحوالى ٧ بارسك أى ٢٣ سنة ضوئية .

الفهرس النجومى

star catalag
catalogue des étoiles *(sm)*
Sternkatalog *(sm)*,Sternverzeichnes *(sn)*

← المصنف النجومى .

فوبى

Pnoebe

أحد ← توابع زحل .

فوبوس

Phobos

أحد ← تابعى المريخ .

الفوتوسفير

photosphere
photosphère *(sf)*
Photosphäre *(sf)*

هو طبقة فى الغلاف الشمسى ينبعث منها الجزء الأكبر من ضوء الشمس فى الفضاء . أى أن الفوتوسفير هو بالتحديد الجزء الذى نراه من ← الشمس . وفى المعنى المجازى تعرف الطبقة المناظرة فى النجوم الأخرى أيضا بالفوتوسفير .

فوتوغراف

photographic
photographique
photographisch

← الفوتوغرافيا .

الفوتوغرافيا

photography
photographie *(sf)*
Photographie *(sf)*

أدخلت الفوتوغرافيا فى النصف الثانى من القرن التاسع عشر ، أى بعد إختراعها بوقت قصير ، كأسلوب من أساليب الأرصاد الفلكية . وقد أتى ذلك بتقدم كبير فى غالبية مجالات الفلك . وتتمثل فوائد هذه **الفوتوغرافيا الفلكية** أولا فى أن اللوح الفوتوغرافى يمكن أن يجمع التأثير الضوئى . وبذلك يمكننا دراسة الأجسام الخافتة عن طريق إطالة زمن التعريض ، وعليه فهى أفضل من الطريقة البصرية . علاوة على ذلك فإنه من الممكن تصوير نجوم كثيرة على نفس اللقطة ، ثم يتم تحليلها بعد ذلك فى المعمل . وكل صورة من هذه تمثل وثيقة يُرجع إليها فى أى وقت للمقارنة .

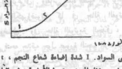
فى هذه الحالة تستعمل فى مكان الكاميرا ← المناظير ذات التجهيزات البصرية العاكسة أو الكاسرة . ومقاييس هذه المناظير ، مثل الفتحة والبعد البؤرى ومجال الرؤية ، تختلف حسب إختلاف المهمة . كذلك فإنه من الممكن أخذ صورة جيدة بكاميرا عادية ذات بعد بؤرى صغير متى توفرت التركيبة ومواد التصوير المناسبة . ونتيجة لما يغلب من ضعف فى شدة الضوء ، يلزم للفوتوغرافيا الفلكية زمن تعريض طويل ؛ يصل من بضع دقائق حتى ساعات عدة . إلا أن فوتوغرافيا الشمس والقمر اللتان يمكن أخذهما كصور لحظية . وهذا ضرورى أيضا وإلا فإن دقائق الصورة تنطمس نتيجة لعدم إستقرار الهواء (← التألق) . لهذا فإن صور الكواكب التى تم تعريضها لوقت طويل ، تُظهر دقائق أقل مما نراه بالرصد البصرى . وفى أثناء التعريض لابد أن تتبع الكاميرا النجوم فى حركتها اليومية وإلا تحولت الصورة على اللوح الفوتوغرافى فنرى على اللوح الفوتوغرافى بعد التحميض مسارات طويلة أو قصيرة (بدلا من صورة نقطية الشكل تقريبا) . ويتم ضبط التتبع الاوتوماتيكى بواسطة منظار مرشد بوضع تقاطع خطية دائما فوق نجم ما .

وفى العادة يستعمل فى التصوير الفلكى صور اللونين الأبيض والأسود . إلا أنه أمكن حديثا أخذ صور ملونة للسدم المجرية وغير المجرية بواسطة المناظير الكبيرة . وهذه الصور الملونة تعطى إنطباعا جيدا عن ظروف الاضاءة فى السدم الغازية . فمن الناحية البصرية لا يمكن تمييز أى تلوين لهذا اللمعان السطحى (الخافت) وذلك لأن أعضاء تمييز اللون فى العين لا تنفعل بمثل هذا الضوء الخافت .

العملية الفوتوغرافية : إن مُستقبل الإشعاع الحقيق هى الطبقة الحساسة ، (الفِلْم) أى ما يتم صبه على اللوح الزجاجى من طبقة جيلاتينية ذات بلورات حساسة للضوء من بروميد الفضة يبلغ سمكها بضع كسور من الألف من المليمتر . فإذا سقط على هذه الأجسام ضوء فإنه ينطلق من البروميون السالب إليكترون يتحد مع أيون الفضة مكونا ذرة فضة متعادلة . وبذلك تنشأ الصورة الباقية على اللوح الفوتوغرافى ، ثم يجرى تقويتها خلال عملية التحميض . وفى أثناء ذلك يصل سائل التحميض إلى البذور الفضية التى تكونت بالإشعاع فيحولها إلى فضة معدنية سوداء . بعد هذا يتم إذابة الحبيبات التى لم يصل إليها الاشعاع وذلك بوساطة محلول التثبيت . وحيث أنه توجد دائما بعض الحبيبات القابلة للتحميض بدون أن يتم تعريضها للأشعة ، فإنه ينشأ على كل اللوح الفوتوغرافى سواد إضافى خافت ، هو الضباب الكيماوى . وطبقة بروميد الفضة حساسة على وجه الخصوص بالنسبة للضوء قصير الموجة . وتنتهى حساسية الطبقة الحساسة عند طول موجة قدرها ٥٥٠٠ أنجستروم ، وهو الطول الموجى التى تبلغ عنده حساسية العين ذروتها . إلا أنه يمكن مد نطاق حساسية بروميد الفضة إلى موجات الإشعاع الطويلة ، عن طريق مزودات الحساسية . وفى هذه

الحالة تضاف مواد ملونة إلى الطبقة الحساسة ، تعمل كناقلات للطاقة إلى الحبيبات .

السواد :ـ تسود حبيبات الفضة بعد معاملتها فوق اللوح الفوتوغرافى ومن السواد الناتج يمكن إستنتاج لمعان النجم صاحب الصورة ، الشىء الذى يتطلب قياس السواد أولا . ويحدث هذا بمونة ميكرومتر . فيسقط ضوء لمبة الفوتومتر ذى الشدة i_0 على اللوح الفوتوغرافى الذى تم معاملته ثم نقيس بواسطة خلية ضوئية شدة الضوء i التى يكون عليها الضوء بعد مروره خلال اللوح الفوتوغرافى . ويرمز لهذا السواد بالكمية S ، $S = \log \frac{i_0}{i}$.وعلى ذلك تكون قيمة السواد الوحدة ، عندما يمر عُشر الضوء خلال اللوح الفوتوغرافى . ويبين المنحنى الضوئى (الشكل) العلاقة بين الطاقة الساقطه على اللوح الفوتوغرافى والسواد الناتج S . ويتم التعبير عن الطاقة الساقطة عن طريق حاصل ضرب شدة ضوء النجم I وزمن التعريض t . يرتفع المنحنى بعد إجتيازه قيمة صغرى ، العتبة ، من السواد العام (الضباب الكياوى) ، فيحدث أولا إرتفاع خفيف فى المنحنى فى نطاق التعريض القصير ، ثم يتلو ذلك الجزء المستقيم ذو أكبر ميل ، ثم يأتى بعده مسار ضحل فى نطاق التعريض الطويل . فى النطاق الذى يلى ذلك ، التكذيب ، يأخذ السواد فى النقصان مع



منحنى السواد. I شدة إضاءة شعاع النجم ، t زمن التعريض . ويمثل المنحنى حتى ١ الأرضية ، ١ـ ٢ المنطقه المعرضه أقل من اللازم ، ٢ـ ٣ الجزء المستقيم ، ٣ـ ٤ المنطقه المعرضه أزيد من اللازم وبعد ٤ منطقة التكذيب .

زيادة التعريض . ومن الممكن تمييز حساسية اللوح الفوتوغرافى خلال قيمة العتبة التى تُعبر عن التباين (الكُنتراست) عن طريق ميل الجزء المستقيم من منحنى الميل . ويعتمد شكل منحنى الميل على نوع اللوح الفوتوغرافى وعلى طول الموجات الضوئية وعلى ظروف المعامله الكياوية . لذلك لابد من رسم المنحنى عمليا .

فى الحقيقة فإن المنحنى الضوئى لا يعتمد بوضوح على حاصل الضرب $I \times t$ ، وإنما بدقة أكثر على $I \times t^P$ ؛ على أن يأخذ أُس شوارتزشيلد P قيمة حوالى ٨ر٠ بالنسبة لأزمنة التعريض الطويلة . ومعنى ذلك أنه إذا صورنا نجمين تباعا وكان لمعانها مختلفا بمقدار قدر واحد (شدة ضوئها تختلف بمقدار ٥ر٢ مرة) ، فإننا نحصل على نفس السواد من كل منهما لو أننا زدنا زمن التعريض إلى ٣ر٢ مرة بدلا من ٥ر٢ مرة كما يقتضى الفرق فى شدة الضوء . (حاصل الضرب $t^P \times I$ لابد أن يكون للنجمين متساو : $t^P \times I_1 = t^P \times I_2$، ومنه ينتج أن $\frac{I_1}{I_0} = (\frac{t_2}{t_1})^P$ ؛ أى ٥ر٢ ≈ ٣ر٢^٨ر٠) . وعلى الرغم من أننا نفترض أن النجوم الثوابت عبارة عن منابع ضوئية نقطية نتيجة لبعدها الشديد ، فإنها تظهر على اللوح الفوتوغرافى كأقراص صغيرة . يحدث ذلك كما يلى : خلال الكاميرا لا تتكون نقطة ضوئية دائما وإنما ينتج قرص حيود صغير . ويتأرجح هذا القرص نتيجة عدم ثبات الهواء (← التألق) هنا وهناك دائما حول وضعه المتوسط ، فيغطى بذلك منطقة أكبر . وبالإضافة إلى هذا فإن الضوء الساقط يتشتت فى الطبقة الجيلاتينية بحيث تضاء الحبيباتُ المجاورة أيضا . بذلك ينشأ قرص سواد ذو قطر أكبر فى حالة النجوم اللامعة عنه فى حالة النجوم الخافتة . وأحيانا يُرى حول هذا القرص إكليل من الأشعة ، فى حالة تصوير النجوم اللامعة . ويحدث ذلك نتيجة لحيود ضوء النجم على حاملات اللوح الفوتوغرافى ، الموجودة فى طريق الأشعة . أى أن كلا من هذا

الإكليل وقرص السواد ليس لهما آية علاقة بالنجم المصور . وإذا ما فحصنا قرص السواد تحت الميكروسكوب ، فإننا نجد أن كثافة حبيبات الفضة تقل من المركز إلى الحافة . وفى النجوم الخافتة لا يكاد قرص السواد يرتفع عما يجاوره من ضباب اللوح الفوتوغراف . وتحدد درجة تحبب اللوح الفوتوغراف كفاءة تحليله للضوء وكذلك تقلل من الدقة الفوتومترية . ومما يؤسف له أن حجم الحبيبات يزداد مع درجة الحساسية .

الفوتومتر

photometer
photométre *(sm)*
Photometer *(sn)*

هو جهاز يستخدم فى القياسات الضوئية (← فوتومترى) . وحسب مُستقبِل الأشعة المستخدم فإننا نميز بين أنواع مختلفة . **(١) الفوتومترات البصرية** ، وتعمل فيها شبكية العين كمستقبل . وفى هذا الشأن فإننا نكون «نجما صناعيا» بواسطة منبع ضوئى ، يمكن تقليل لمعانه بواسطة إدخال مرشحات سمراء حتى يبدو لمعانه للعين مساويا لمعان النجم المراد تعيين لمعانه . وهناك صعوبة فى المقارنة تنشأ من إختفاء ← التألق بالنسبة للنجم الصناعى . **(٢) الفوتومتر الكهروضوئى (الفوتوكهربى)** والمستقبل فيه عبارة عن خلايا حساسه للضوء ، بها قطبين إحدهما مغطى بمادة حساسة للضوء ويعمل عمل الكاثود السالب . وإذا سقط الضوء على هذه المادة الحساسة ، إنطلقت منها إليكترونات تنتقل إلى الأنود الموجب وينشأ بذلك تيار كهربائى ، تتناسب قوته مع شدة الضوء الساقط على الكاثود . أى أننا بقياس شدة التيار مباشرة أو بعد تقوية معروفة نحصل على مقياس لشدة الضوء . وفى مكثرات الإليكترونات الحديثة (فوتو ملتبلايرز) تتم التقوية الأولى فى داخل الخلية ذاتها . ويحدث ذلك بأن تمرر الإليكترونات المنبعثة بوساطة الضوء خلال مجال يعمل على إسراعها ثم تصطدم بعد ذلك مع أنود فتنطلق منه أعداد كبيرة من الإليكترونات ، وهذه بدورها تقابل بعد إسراعها أيضا طبقة أخرى . وهكذا نحصل فى نهاية الخلية على عدد من الإليكترونات يبلغ مليون مرة مثل ما ينبعث بسقوط ضوء النجم . ويتم تركيب الفوتومترات الكهروضوئية مباشرة على المنظار . ويركب فى بؤرة المنظار حاجز يسقط منه فقط على الكاثود ضوء النجم المراد قياس لمعانه .

(٣) فى حالة الفوتومترات الحرارية الكهربية يسقط الشعاع على سطح ملحوم ، حيث يتم إمتصاصه هناك فيحدث تدفئة ، يمكن قياسا كهربيا . ففى العنصر الحرارى ، يوجد على سبيل المثال ، سلكان من معدنين مختلفين ملحومين مع بعضهما فى دائرة كهربية ، على أن يحُتفظ بإحدى نقطتى اللحام عند درجة حرارة ثابتة ثم تعمل الأخرى كسطح إستقبال يجرى به تيار كهربائى فى أثناء تدفئته بواسطة الأشعة الساقطة ، ويتم قياس شدة هذا التيار فيكون مقياسا لشدة الضوء . أما فى البولومتر فإن المستقبل على العكس من ذلك موصل كهربائى يمكن قياس التغير فى مقاومته نتيجة للتسخين . وهذا النوع من الفوتومترات يتم تركيبه مباشرة على المنظار مثل الفوتومترات الكهروضوئية .

(٤) والميكروفوتومتر يستعمل فى التحليل الفوتومترى للألواح الفوتوغرافية ، ويتم بواسطته قياس السواد فى منطقة ما على اللوح الفوتوغراف . ولهذا الغرض الضوء يسقط من لمبة الفوتومتر خلال هذه المنطقة نعين كمية ما تم إمتصاصه فى المنطقة المسودة من اللوح الفوتوغراف . وتقاس شدة الضوء المار بواسطة الخلايا الكهروضوئيه كما فى حالة الفوتومتر الكهروضولى . وفى حالة الفوتومتر الحدَقى ، يتم تضيق فتحه حدقيه حول صورة النجم المراد قياس لمعانه إلى الحد الذى يسمح بمرور حزمه ضوئيه بشدة محسوبه مسبقا خلال الفتحه الحدقيه . وتتخذ قيمة الحدقه كمقياس للمعان النجم . إلا أنه لابد ، كما هو

الحال بالنسبه لمنحنى السواد الفوتوغرافى ، (← فوتوغرافيا)، من العمايره بالنجوم المعروفة اللمعان .

فوتومتر أيرس

Iris photometer
photométre a Iris *(sm)*
Irisphotometer *(sn)*

هو ← فوتومتر لتعيين اللمعان من الألواح الفوتوغرافيه

الفوتومتر البصرى

visual photometer
Photométre visuel *(sm)*
visuelles Photometer *(sn)*

← الفوتومتر .

الفوتومتر الحرارى

bolometric photometer
photométre bolométrique *(sm)*
bolometrisches Photometer *(sn)*

← الفوتومتر .

الفوتومتر الكهروضوئى

photoelectric photometer
photornétre photoéléctrique *(s)*
photoelektrisches Photometer *(sn)*

← الفوتومتر .

الفوتومترى

photometry
photométrie *(sf)*
Photometrie *(sf)*

هو عباره عن القياسات الضوئيه ، وما يستعمل فى ذلك من أجهزه يسمى ← فوتومترات . يهتم **الفوتومترى الفلكى (القياسات الفلكيه الفوتومتريه أو فوتومترى الأجرام السماويه)** بالحصول على البيانات الكميه عن لمعان النجوم . وفى هذا الشأن يُعطى لمعان النجوم بالأقدار (← اللمعان) . ولما كانت القياسات الدقيقه للمعان تمثل أساس معظم الدراسات الفيزيائيه الفلكيه ، فإن تعيينها يتم بمنتهى الحرص والتحفظ الكبيرين . وفى نتائج القياسات لابد لنا دائما من أن نأخذ ← الإستبعاد فى الإعتبار ، أى الإضعاف الحادث فى الضوء أثناء مروره فى الغلاف الجوى الأرضى . ويتم فى كل الفوتومترى الفلكى أخذ أرصاد نسبيه ، أى أننا نقارن النجوم غير المعروف لمعانها مع النجوم المعروفه . وقد أتفق على أتخاذ ← التتابع القطبى كنظام عيارى يقارن به النجوم غير معروفه اللمعان . والتتابع القطبى عباره عن سلسله من القياسات الدقيقه من لمعان النجوم الثوابت بالقرب من قطب السماء . وقد أدت إعادة الإختبارات إلى إختلافات فى هذا النظام العيارى . أدت إلى نظم أخرى عالية الدقه للمقارنه .

وتبعا لنوع المستقبل المستخدم يتم التمييز بين الفوتومترى البصرى والفوتوغرافى والكهروضوئى . (١) فى **الفوتومترى البصرى** تعمل العين الآدميه مستقبلا للإشعاع . وأبسط طريقة لإجراء ذلك هى التقدير المرحلى . وفى خلال ذلك يقارن لمعان النجم تحت الفحص باللمعانات المعروفه للنجوم وذلك على مقياس يعتمد على الذاكره . ويتم الحصول على نتائج أدق من ذلك بواسطة فوتومتر بصرى ، يتم فيه إضعاف ضوء مصدر ضوئى بدرجة يمكن قياسها ، وذلك حتى يظهر بالنسبه للعين مساويا فى لمعانه للنجم معروف اللمعان . (٢) وفى **الفوتومترى الفوتوغرافى** يعمل اللوح الفوتوغرافى مستقبلا للإشعاع . ويتم قياس ما ينتج على اللوح الفوتوغرافى من سواد نتيجة سقوط الشعاع عليه بواسطة ميكروفوتومتر . بعد ذلك يلزمنا تحويل السواد إلى لمعان النجوم بمعونة العلاقة بين هذا السواد وطاقة الإشعاع ، أى منحنى السواد (← فوتوغرافيا) . ولما كان منحنى السواد يعتمد على نوع اللوح الفوتوغرافى من ناحية ، ومن ناحية أخرى على ظروف التصوير والمعالجه الكيماويه ، لذلك لابد من رسم منحنى السواد هذا عمليا لكل نقطه . ولهذا الغرض يتم فى نفس الوقت على اللوح الفوتوغرافى تصوير النجوم العياريه ، معروفه اللمعان ، الموجوده بالقرب من الحقل المراد تصويره . وإن لم يكن ذلك متيسر فإنه يمكننا تعيين منحنى السواد بواسطة الإنتقال

القطبى ؛ وذلك بتصوير التتابع القطبى على نفس اللوح الحساس بعد تصوير النجوم المراد تحديد لمعانها .

(٣) وفى **الفوتومترى الكهروضوئى** يتم إستخدام خلايا حساسه كمستقبلات للضوء ، ينتج فيها تيار كهربائى عند سقوط الضوء عليها . وتقاس شدة التيار الكهربائى التى تتناسب مع شدة الضوء .

(٤) **أما فى الفوتومترى الحرارى الكهربى** : فيتم فيه إستغلال التسخين الذى يحدثه الضوء المراد قياس شدته فى المستقبل ، حيث ينشأ فى العنصر الحرارى تيار كهربائى بسبب الدفئ . أما فى البولومتر فيقاس التغيير الحادث فى المقاومه بسبب الحراره .

إن مستقبلات الإشعاع حساسه فقط بالنسبه للإشعاع فى نطاق موجى محدود من الطيف ، كما أن نطاق الحساسيه هذا يختلف من مستقبل إلى آخر . لهذا فإننا ندرس ، بواسطة كل من الطرق المختلفه فى الفوتومترى ، فقط إشعاع منطقة محدده ومختلفه حسب الطريقه المتبعه . ويمكن تغيير هذه المناطق عن طريق إدخال مرشحات ضوئيه ملونه . ويمكننا القياس فى جميع مناطق الطيف على وجه التقريب بطريقة الفوتومترى الحرارى الكهربى ، وإن كانت هذه الطريقة قليلة الحساسيه . أما أقصى دقة ، بالتحديد بضع أجزاء من الألف من القدر ، فيمكن الحصول عليها بطريقة الفوتومترى الكهروضوئى ، التى تناسب القياس فى الأجسام المنفرده . وتتحدد دقة قياسات الفوتومترى الكهروضوئى بالتأرجح الإستاتيكى للتيار المقاس ، والذى يرجع جزء كبير منه إلى التارجح فى اللمعان بواسطة التألق ، وجزء آخر منه ينشأ داخل الفوتومتر نفسه . وتتمثل ميزة الطريقه الفوتوغرافيه فى أنه يمكننا على لوح فوتوغرافى واحد تصوير حقل كامل من النجوم فى نفس الوقت ، كما أنه يمكن الإحتفاظ باللوح الفوتوغرافى كوثيقه دائمه .

إن إستخلاص توزيع شدة الضوء فى الطيف هو مهمة **الفوتومترى الطيفى** ؛ حيث يتم تحليل شعاع النجم إلى طيف خلال مطياف ثم يقاس اللمعان عند موجات مختلفه . وغالبا ما يتم تصوير الطيف ثم يقاس السواد على اللوح الفوتوغرافى بواسطة ميكوفوتومتر . ويلزم لذلك عمل عديد من منحنيات السواد ، إذ أن هذه أيضا تعتمد على طول الموجه . وفى الوقت الحديث يقاس اللمعان فى الطيف تبعا للطريقه الكهروضوئيه . إن جميع القياسات الطيفيه مجهده ، ويمكن إجراؤها فقط بالنسبه للنجوم اللامعه ، نظرا لدخول جزء بسيط فقط من ضوء النجم بعد تفريقه فى المطياف . وكبديل لذلك تم إدخال **الفوتومترى عديد الألوان** ، وفيه يقاس لمعان النجم فى مناطق طيفيه ، عريضه نسبيا وقريبه من بعضها . ويتم تحديد المناطق الطيفيه هذه بواسطة تركيبة مُستقبل الإشعاع مع المرشحات الملونه . ويمكن إجراء القياسات فوتوغرافيا أو فوتو ضوئيا . كما يتم تمييز مكان المنطقه الطيفيه بدلاله ← الأطوال الموجيه الأيزوفوتيه ، الذى يعد أكثرها شيوعا نظام UBV . وهذا النظام عباره عن فوتومترى فى ثلاثة ألوان ، يقاس فيه اللمعان فى نطاقات فوق البنفسجى والأزرق والمرئى من الطيف . وغالبا ما توجد أنظمه ذات أكثر من ثلاثه ألوان موزعه على كل الطيف من فوق البنفسجى حتى تحت الأحمر . ويخضع تحديد مناطق الطيف إلى إمكانية معرفة النوع الطيفى وقوة الإشعاع للنجم من بين أبعاد أخرى بواسطة عدد بسيط من القياسات .

الفوتومترى البصرى

visual photometry
photométrie visuelle *(sf)*
visuelle Photometrie *(sf)*

← الفوتومترى .

فوتومترى الستة ألوان

six colour photometry
photométrie des six colocres *(sf)*
Sechsfarbenphotometrie *(sf)*

هو فوتومترى عديد الألوان ، يقاس فيه لمعان النجوم فى ستة مناطق طيفيه ؛ ← الفوتومترى أو القياسات الطيفيه .

الفوتومترى الفلكى

astronomical photometry
photométrie astronomique *(sf)*
Astrophotometrie *(sf)*

← الفوتومترى

الفوتومترى متعدد الألوان

multiple color photometry
photometrie de coleur multiple *(sf)*
Mehrfarbphotometrie *(sf)*

هى إحدى الطرق لقياس لمعان النجوم فى مجالات طيفيه عديده ؛ ← الفوتومترى .

الفوتوملتيلاير

photomultiplier
photomultiplier *(sm)*
Photomultiplier *(sm)*

هو نفس معنى مكثر الاليكترونات ؛ الفوتومتر .

الفوتون

photon
photon *(sm)*
Photon *(sm)*

هو ← الكم الضوئى .

فوجل

Vogel

هو الفيزيائى الفلكى «هيرمان كارل فوجل» المولود بتاريخ ٣ أبريل عام ١٨٤١ بمدينة ليبزج والمتوفى بتاريخ ١٣ أغسطس ١٩٠٧ بمدينة بوتسدام ، حيث شارك فيها فى بناء المرصد الفيزيائى الفلكى وأصبح أول مدير له فى عام ١٨٨٢ . وقد كان فوجل أحد الفيزيائيين الفلكيين البارزين فى عصره . وأهم أبحاثه الفلكيه فى مجال التحليل الطيفى للنجوم ، حيث أتى بإمكانيات جديده تماما للأرصاد وذلك بإدخاله التصوير الفوتوغرافى للنجوم . وقد تمكن بذلك فوجل من قياس أول سرعة خطيه ومن إكتشاف المزدوجات الطيفيه .

فوق الأحمر

ultrared
ultrarauge *(sf)*
Ultrarot *(sn)*

تماما مثل ← تحت الأحمر

فوق البنفسجى

ultraviolet
ultraviolet *(sm)*
Ultraviolett *(sn)*

منطقه من ← الطيف تصل بالجزء (البنفسجى) قصير الموجه من الطيف البصرى . والإشعاع فوق البنفسجى غير مرئى ، فوجاته أقصر من حوالى ٤٠٠٠ أنجشتروم (٤ × ١٠^-٥ سم) وتمتد حتى حوالى ١٠٠ أنجشتروم (أى ١٠^-٦سم) ، حيث تتصل بموجات أشعة رونتجن .

فوق عملاق

supergiant
supergéante *(sf)*
Ultrariese *(sm)*

هو نجم قطره كبير نسبيا ، ومن هنا فله لمعان مطلق كبير ويقع فى ← شكل هرتز سبرنج ـ رسل فوق فرع العالقه وينتمى إلى نوع القوه الإشعاعيه I .

فوهات البراكين

lunar craters
cratéres lunaires *(pm)*
Kratergruben *(pf)*

من تضاريس سطح ← القمر .

فيدمان شتن (أشكال)

Widmanstätten

← نيزك

فيزياء الشمس

solar physics
physique solaire *(sf)*
Sonnenphysik *(sf)*

هى إحدى فروع ← الفيزياء الفلكيه التى تهتم بدراسة الشمس .

الفيزياء الفلكيه

astraphysics
astrophysique *(sf)*
Astrophysik *(sf)*

هى إحدى فروع ← علم الفلك ، وتبحث فى التركيب الطبيعى للأجرام السماويه . وفى حين يهتم الفلك الكلاسيكى بالاتجاه الذى يأتى منه ضوء الأجرام السماويه وكذلك حركة تلك الأجرام حول بعضها تحت تأثير جذب الكتله ، تقوم الفيزياء الفلكيه بدراسة شدة طيف هذه الأجرام السماويه

وتركيبه. وتبعا لذلك قامت الفيزياء الفلكيه بتطوير طرق مخصوصه للأرصاد مثل ← الفوتومترى، الذى يضم بصفه خاصه القياسات الفوتومتريه الطيفيه ثم ← الفلك الراديوى والفروع الحديثه: ← فلك الأشعه تحت الحمراء و ← فلك أشعة رونتجن و ← فلك النيوترنيو. وتستنتج الفيزياء الفلكيه مدلولات الأرصاد المأخوذه بهذه الطرق المختلفه مستعينه بالوسائل والمعلومات الفيزيائيه. وقد يكون من الضرورى تكييف القوانين الطبيعيه بحيث تنطبق على مادة الأجرام السماويه، التى تختلف كثيرا فى بعض الأحيان عما نقابله فى معاملنا الأرضيه. فتسود على وجه الخصوص ظروف فيزيائيه متطرفه فى داخل النجوم وفى مادة ما بين النجوم. وفى حالة الطاقه المركزه أو السرعات الكبيره لا تكفى قوانين الفيزياء الكلاسيكية بل يلزم فى هذه الحاله أخذ ما جاءت به نظرية النسبيه من قوانين فى الإعتبار. فنظرية النسبيه تلعب دورا كبيرا فى علم الكون (الكسمولوجى) الذى يهتم بدراسة الكون ككل كما أنها تلعب دورا هاما كذلك فى دراسات الراديويات من كوازار وبلسار.

تهتم الفيزياء الفلكية بصورة خاصة بدراسة ← أبعاد النجوم، مثل الكتلة واللمعان ونصف القطر ودرجة الحرارة الفعالة والنوع الطيفى. ومن هذه الأبعاد يمكننا من ناحية دراسة الظروف الطبيعية والتركيب الكيماوى للجزء المرئى ← غلاف النجم، ومن ناحية أخرى إستنتاج هذه الظروف بالنسبة للأجزاء الداخلية من النجم التى لا تصل إليها أرصادنا (← التركيب الداخلى للنجوم). وبجانب حالة النجم الحالية فإن الفيزياء الفلكية تهتم أيضا بنشأة النجم وتطوره، الشىء الذى يتم معالجته من نطاق نظرية ← نشأة وتطور الكون وكذلك ← تطور النجوم.

وتعتبر دراسة ← النجوم المتغيرة (المتغيرات) مهمة بالنسبة لمعرفتنا بالحالة الفيزياء للنجوم. فهذه النجوم تعانى من تارجح منتظم فى قوة إشعاعها. وإلى هذا النوع من النجوم تنتمى نجوم النوفا والسوبر نوفا (المتجددة وفوق المتجددة). وتعتبر الشمس أحسن نجم أجرى وتجرى عليه الأبحاث. لذلك فإن فيزياء الشمس تحتل مكانا بارزا فى دراسات الفيزياء الفلكية.

بجانب دراسة الحالة الفيزياء فى داخل النجوم فإن الفيزياء الفلكية تهتم كذلك بالحالات الفيزيائية لأجسام المجموعة الشمسية، مثل الكواكب وعلى وجه الخصوص أجواء الكواكب والأقمار والمذنبات والنيازك والشهب.

لقد إزدادت أخيرا أهمية الأرصاد والأبحاث النظرية لمادة ما بين النجوم، لما تم إدراكه من وجود علاقة تبادل وطيدة بين مادة ما بين النجوم والنجوم. وفى هذا المجال فإن الفلك الراديوى ينجز جزء أساسيا.

شاركت الفيزياء الفلكية كذلك فى أبحاث مجرتنا والمجرات الأخرى. فبمعونة الفيزياء الفلكية أمكن، على سبيل المثال، تحديد توزيع النجوم ذات الخصائص الطيفية المختلفة، مثلا حسب نوعها الطيفى، فى المجموعة النجومية.

إن الصعوبات الرئيسية التى تقابلها الفيزياء الفلكية تأتى من كونها ليست كأى العلوم الفيزيائية الأخرى تسمح بإجراء التجارب معمليا ولكنها تعتمد فقط على دراسة ما يأتينا من الضوء، الذى يأخذ طريقه من الأجرام السماوية إلى الأرض. وتزداد هذه الأبحاث صعوبة لما يلاقيه الضوء فى أثناء مروره فى مادة ما بين النجوم وفى مادة الغلاف الجوى الأرضى من تغيير يعمل على إضعاف شدته وتغيير تركيبه الطيفى (← الطيف).

نشأ فرع الفيزياء الفلكية فى القرن التاسع عشر، وهو يحتل حاليا المكان الأوسع فى نطاق علم الفلك (← علم الفلك، تاريخ الفلك).

فيستا Vesta

إسم ← كوكيب.

فيضان الكورونا
maximum corona
couronne maximum (sf)
Maximumkorona (sf)
هى ← الكورونا الشمسية عند أوج دورة البقع الشمسية .

ق

القائدة أو قائد بنات نعش
Alkaid (A), Benatnasch (A)
هو النجم η إيتا فى كوكبة الدب الأكبر .

قاعدة المساحة
law of areas
loi des aires (sf)
Flächensatz (sm)
هى عموما قاعدة ثبات قيمة كمية الحركة لجسم يتحرك تحت تأثير قوة مركزية . وفى الفلك تفهم تحت قاعدة المساحة **قانون كبلر الثانى** ، الذى يصف حركة الكواكب فى مساراتها حول الشمس . ويقضى هذت القانون بأن يقطع نصف القطر الواصل بين الشمس والكواكب مساحات متساوية فى أزمنة متساوية . فإذا ما تواجد الكوكب فى مداره قريبا من الشمس فإنه يتحرك أسرع منه وهو بعيد عنها (الشكل ؛ ← قوانين كبلر) . وتلعب قاعدة المساحة دورا فى دراسة مسألة حركة الجسمين . وبصورة أكثر تفصيلا ؛ ← مسألة حركة الجسمين ، ← تعين المدار .

قاعدة هاركينى
Harkinic rule
régle de Harkini (sf)
Harkinsche Regel (sf)
← شيوع العناصر الكيماويه .

قانون بلانك
Planck's law
loi de Planck (sf)
Plancksches Gesetz (sm)
أحد ← قوانين الإشعاع .

قانون ستيفان ــ بولتزمان
Stefan - Boltzmansches law
loi du stefan - Boltzman (sf)
Stefan - Boltzmansches Gesetz (sn)
هو أحد ← قوانين الإشعاع .

قانون المسافه
distance law
loi de distance (sf)
Abstandsgezetz (sn)
← سلسلة تيتوس ــ بودا .

قبو أو قبه
dome
coupole (sm)
Kuppel (sf)
← مرصد .

القبه السماويه
vault of heaven
voûte céleste (sf)
Himmelsgewölbe (sm)
هى ← الكرة السماوية ؛ ← السماء .

القُحَاب
Kohab (A)
هو النجم β (بيتا) فى كوكبة الدب الأصغر ، ← الدب .

القدر
magnitude
magnitude (sf)
Magnitude, Grösse (sf)
هو وحدة قياس ← اللمعان لجرم سماوى .

القدر الحرج (أو القدر الأخفت)
limiting magnitude
magnitude limite (sf)
Grenzgrösse (sf)
هو اللمعان الظاهرى الذى يظهر به نجم بالكاد فى رصدة ما . وعن القدر الحرج فى حالة الأرصاد

البصرية والفوتوغرافية وإعتمادها على قطر العدسة والمنظار ، ← المنظار .

القدرة

power
puissance *(sf)*
Leistung *(sf)*

هى الشغل المبذول فى وحدة الزمن . ووحداتها الوات والكيلو وات أو ١ك وات =١٠ ^١٠ إرج/ث .

القدرة على التفريق

dispersion
dispérsion *(sf)*
Auflösungsvermögen *(sn)*

← التحليل .

القذفة الإشعاعية

burst
burst *(sm)*
Strahlungsstoss *(sm)*

هى زيادة تحدث لوقت قصير فى إشعاع الذبذبات الراديوى من ← الشمس .

قراءة النجوم

astrology
astrologie *(sf)*
Sterndeutung *(sf)* **Astrologie** *(sf)*

هى ← التنجيم .

قرنى

secular
séculaire
säkular

يعود دوريا كل ماءة عام . ويعنى ذلك فى الفلك ظهور التغيير بعد فترة طويلة ؛ على سبيل المثال الإضطرابات القرنية أو الحركات القرنية .

القَرِنَيّة

Carina, Car *(L)*
Carina
Caréne *(sf)*
Kiel des Schiffes *(sm)*

هى إحدى كوكبات نصف الكرة الجنوبى . ويمر الطريق اللبنى بأجزاء من الكوكبة . والنجم الرئيسى (α) ألفا يسمى ← سُهيل . وهو ثانى نجم فى

اللمعان . ومعظم أجزاء الكوكبة يرى مائلا على الأفق .

قريب من

Peri

القصاصات القيفاوية

cepheids strips
bandes cephéides *(pf)*
Cepheiden - Streifen *(pm)*

← نجوم دلتا قيفاوى .

قصور الكتلة

mass defect
défaut de masse *(sm)*
Massedefekt *(sm)*

هو الفقد الحادث فى الكتلة عند إندماج ذرات خفيفة إلى ذرات أثقل ؛ وتتحول هذه الكتلة المفقودة إلى طاقة يتم إشعاعها ؛ ← إنتاج طاقة النجوم ، ← تركيب الذرة .

القطاعات المخروطية

conic sections
sectionsconiques *(pf)*
Kegelschnitte *(pm)*

هى منحنيات مستوية تنشأ من قطع مخروط دائرى بواسطة مستوى . وتبعا لميل مستوى القطع على محور المخروط نحصل على دائرة أو قطع ناقص أو قطع مكافىء أو قطع زائد . ويمكن تعريف القطاعات



القطاعات المخروطيه :

١ الدائرة ، حيث المقطع عمودى على محور القطاع.
٢ القطع الناقص.
٣ القطع المكافى ، حيث المقطع مواز لخط من معطف المخروط .
٤ القطع الزائد.

المخروطية بأنها أماكن هندسية لجميع النقط التى تكون النسبة بين البعدين إليها من نقطة ثابتة ، **هى البؤرة** ، ومن خط ثابت ، **الدليل** ، ذات قيمة ثابتة e . وتسمى هذه القيمة بإهليجية (لا مركزية) القطع المخروطى . ويقابل القطع الناقص e< ١ وللقطع الزائد e> ١ بينا للقطع المكافى e = ١ وللدائرة e = صفر .

القطب

pole
pôle *(sm)*
Pol *(sm)*

هو النقطة التى تبعد بزاوية قدرها ٩٠° على الكرة من جميع النقط الواقعة على دائرة كبرى محددة . وتحقق النقطة المضادة نفس الشروط . وعلى ذلك فإن **قطبى السماء** ، الشمالى والجنوبى يبعدان بزاوية ٩٠° عن نقط خط الإستواء السماوى ، على أن يكون القطب الشمالى للسماء ناحية القطب الشمالى للأرض . وينطبق نفس الشئ بالنسبة **لقطبى البروج** ، إذا أخذنا دائرة البروج كمرجع ، وبالنسبة **لقطبى المجره** ، فى حالة خط الإستواء المجرى ، على أن يكون كل من القطبين موجودا فى نصف الكره السماوية التى يوجد بها القطب السماوى المماثل . وفى حالة الكواكب تعرف نقط تقاطع محور الدوران مع سطح الكوكب على أنها قطبين ، ويحدد القطب الشمالى بأنه القطب الذى يشاهد منه دوران الكوكب فى إتجاه مضاد لإتجاه دوران عقارب الساعة . ويمكن تحديد قطبى السماء ، أى نقطتى تقاطع إمتداد محور دوران الأرض مع القبه السماوية ، عن طريق الأرصاد . وهذان القطبان هما النقطتان على الكره اللتان لا تشتركان مع النقط الأخرى فى دورانها حول محور الكره السماوية ، إلا أنهما يتزحزحان بمرور الزمن بفعل كل من ← السبق وإنتقال محور دوران الأرض (← إرتفاع القطب) . وكذلك فإن قطبى الأرض يتم تحديديهما فى نطاق التعيين الجغرافى للأماكن .

القطب الجنوبى

south pole
pôle sud *(sm)*, pôle australe *(sm)*, pôle antarctique *(sm)*
Südpol *(sm)*

← القطب .

القطب الشمالى

north pole
pôle nord *(sm)*, pôle boreal *(sm)*, pôle arctique *(sm)*
Nordpol *(sm)*

← القطب .

القطبية

Polaris
polaris
Polaris *(sm)*

هى النجم ← بولاريس .

قطر جرم سماوى

diameter of a heavenly body
diameter du corps céleste *(sm)*
Durchmesser eines Himmelskörper *(sm)*

فى حالة الأجرام السماوية يتم التمييز بين **القطر الحقيقى** للجرم السماوى المقاس على مقياس طولى مثل الكيلو متر ، على سبيل المثال ، وبين **القطر الظاهرى (القطر الزاوى)** أى الزاوية التى يُرى بها القطر الحقيقى من الأرض ويقاس بالزاوية . ويمكن حساب القطر الحقيقى من القطر الظاهرى إذا عرفنا المسافة بين الجرم السماوى والأرض .

وبالنسبة للنجوم يمكن فى حالة واحده هى الشمس قياس القطر الزاوى بواسطة ميكرومتر . ونحصل من ذلك على قيمة متوسطة قدرها ٥٩ ً ٣١ ً ، وبأخذ البعد المتوسط للأرض عن الشمس فى الإعتبار فإننا نحصل على قطر طولى للشمس ١٫٣٩٢ مليون كم . أما فى حالة النجوم الأخرى فلا يمكن على العكس من ذلك قياس قطر زاوى بطريقة مباشرة نظرا لبعدها الشديد عن الأرض . وفى هذه الحالة لابد من إستنتاج القطر بطرق غير مباشرة . ولهذا الغرض تم تطوير طرق كثيره .

(١) فى حالة بعض النجوم القريبة والكبيرة نسبيا تستعمل قاعدة التداخل للحصول على القطر الظاهرى . وفى ذلك يتم تطبيق طريقتين مختلفتين : فبواسطة مقياس تداخل الطور يمكن تعيين أقطار النجوم العمالقة القريبة ، أى ذات الأقطار الكبيرة نسبيا . وهذا مرتبط بتأثير الإضطراب الهوائى الكبير على الزوايا الصغيره . وبالاضافة إلى ذلك فإن هناك متطلبات كثيره خاصة بثبات مقاييس التداخل ، تجعل بناء الأجهزة الكبيرة غير ممكن . وقد قيست الأقطار حتى الآن لسبعة نجوم عملاقه بهذه الطريقة . وجميع هذه الأقطار تقع فى الحيز من ٠٢٠ر٠" إلى ٠٥٦ر٠" . والقياسات بواسطة مقياس التداخل الذى يعمل على أساس من شدة الضوء ، تتأثر بالاضطرابات الهوائية بدرجة أقل . علاوة على ذلك لا توجد حدود بالنسبة لحجم الجهاز ، لأن تلسكوبين منفصلين يتم إستعمالهما فى الرصد . وقد أمكن بهذه الطريقة تعيين أقطار صغيره ، على سبيل المثال أقطار نجوم عادية من نجوم التتابع الرئيسى . وأصغر قطر قيس بهذه الطريقة حتى الآن هو قطر النجم ε الجبار ويبلغ ٠٠٠٧٢ر٠" . ويحتوى الجدول بعض قياسات التداخل لعدة نجوم .

(٢) يمكن قياس القطر الظاهرى بدرجة أكبر دقة نسبيا فى حالة المتغيرات الكسوفية . ويوضح الشكل كل من العلاقة الهندسية والفوتومترية لإخفاء النجم الكبير للنجم الصغير قبل وأثناء وبعد الكسوف . وقد رُسم كذلك مسار المنحنى الضوئى . فخارج الكسوف يأتى اللمعان المشاهد من كل من النجم الرئيسى والنجم التابع .

ومن النقطة الزمنية t_1 ، بداية إختفاء التابع خلف النجم الأساسى ، يقل اللمعان حتى النقطة الزمنية t_2 الذى يختفى فيها التابع تماما خلف النجم الرئيسى ، فيبلغ اللمعان قيمته الصغرى ويظل على ذلك حتى الزمن t_3 . ومنذ هذه اللحظة يعلو اللمعان ثانية حتى النقطة t_4 ، نهاية الكسوف حيث يبلغ اللمعان قيمته الأصلية . وبمعلومية الزمن الكلى لدورة التابع حول النجم الرئيسى ، دورة المجموعة ، يمكن بسهولة قياس فرق الأزمنة (t_4-t_1) و(t_3-t_2) . ومن الشروط الهندسية يتضح أن طول دورة النظام يتناسب مع طول مدار التابع حول النجم الرئيسى ، وأن فرق الزمن (t_3-t_2) ، (t_4-t_1) يتناسبان مع فرق القطرين (D-d) ،

جدول بعض الأقطار التى تم تعينها بطريقة التداخل

النجم	(بقطر الشمس)	(ثانية قوسية)
قطيس (الأعجوبة)	٠٥٦٠٠ر٠	٣٩٠
الجبار (إبط الجوزاء)	٠٣٤٠٠ر٠	٧٣٠
العواء (السماك الرامح)	٠٢٢٠٠ر٠	٢٦
الفرس الأعظم	٠٢١٠٠ر٠	١٥٠
الثور (الدبران)	٠٢٠٠٠ر٠	٤٥
القرنيه (سهيل)	٠٠٦٨٦ر٠	٨٢
الكلب الأكبر (الشعرى اليمانية)	٠٠٦١٢ر٠	١ر٨
السلياق (النسر الواقع)	٠٠٣٤٧ر٠	٣ر٠
الجبار (رجل الجوزاء اليسرى)	٠٠٢٦٩ر٠	١٢٠
الأسد (قلب الأسد)	٠٠١٣٨ر٠	٣٨
الجبار (مرزم الجبار)	٠٠٠٧٦ر٠	١ر٨

ومجموع القطرين (D+d) على التوالى ؛ حيث D قطر النجم الرئيسى ، d قطر النجم التابع . وبذلك يمكن إستنتاج نصف قطر النجم الرئيسى والتابع من نصف مجموع فرقى الزمن ونصف فرق فرق الزمن على التوالى ، وذلك عندما ننسب أنصاف الأقطار إلى مدار التابع ونقيس فروق الزمن بوحدات طول الدورة . وفى الحالات التى يمكن لها قياسات سرعات خطية خلال أرصاد طيفية يمكن حساب سرعة التابع فى مداره بالكيلو متر فى الثانية وكذلك طول المدار بمقاييس خطية أى بالكيلومتر مثلا . بذلك يمكن أيضا إستنتاج قطرى النجمين بمقياس خطى ، حيث أن نسبة القطرين إلى طول المدار قد تم تحديدها سابقا . وهذه الطريقة دقيقة إذا كانت حركة النجمين تحدث فى مدار دائرى وغير دقيقة على العكس من ذلك فى حالة (أ) المدارات البيضاوية ، (ب) نجمين مفلطحين ، (ج) فى وجود عُتمة حافية للنجوم ، (د) إضاءة غير منتظمة لسطح النجم نتيجة وجود إشعاع متبادل . وحتى الآن تم إستنتاج أقطار حوالى ٥٠ نجم من المتغيرات الكسوفية .

(٣) هناك إمكانية أخرى لتعيين أقطار النجوم من خلال إختفاء النجم خلف القمر . فإذا كان النجم على شكل نقطة فإنه يختفى مرة واحدة بواسطة القمر . أما فى حالة جسم ذو سطح فإن نقصان اللمعان يكون مستمرا ولو أن ذلك يحدث للنجوم فى كسور من الثانية . ومن زمن حدوث إنخفاض اللمعان وسرعة القمر الزاوية ينتج القطر الزاوى للنجم ، الذى يمكن تحويله إلى مقياس طولى فى حالة معرفة المسافة بيننا وبين النجم . إن تحليل مثل هذه الأرصاد معقد جدا نتيجة عدم إستواء بروفيل القمر وما يحدث من إنحناء للضوء عند حافته . وحيث أن هذه الطريقة تستعمل فقط فى حالة النجوم اللامعة ذات الأقطار الكبيرة فإن نجوما قليلة قد تم دراستها . وقد تم الحصول للنجم ٤٦ ـ الأسد على قيمة ٠٠٠٥٦ًو٠ وهو ما يناظر قطرا حقيقيا مقداره ١٠٠ مرة قدر قطر الشمس ولو أن الدقة غير كبيرة .

(٤) وطريقة نظرية الإشعاع هى إحدى الطرق العامة فى تطبيقها ولكنها أقل دقة من غيرها . وفى هذه الطريقة تستعمل كل من القوة الإشعاعية ودرجة الحرارة الفعالة للنجم . فقوة إشعاع النجم تزداد ، فى حالة ثبات درجة الحرارة الفعاله ، بزيادة مساحة السطح المشع . بذلك يمكن تعيين مساحة السطح وبالتالى القطر متى عرفنا كل من القوة الإشعاعية ودرجة حرارة النجم الفعالة . وحيث أن درجة الحرارة الفعالة لا يمكن قياسها بدقة ، فإن هذه الطريقة تعطى قيما منخفضة الدقة ، ومع ذلك لا يمكن أن يتعدى متوسط الخطأ + ٢٠٪ . وأنصاف الأقطار المتوسطة المدرجة فى جدول ← أبعاد النجوم تعتمد على هذه الطريقة .

تتراوح أقطار النجوم من أقطار الكواكب إلى أقطار مداراتها حول الشمس . وأقطار النجوم النيوترونية تقدر ببضع كيلومترات ، وهى بذلك أصغر أقطار النجوم ويليها فى هذا الأقزام البيضاء مثل وولف ٢١٩ وقطره ٣٩ر٠ ثم LP357-186 وقطره ١ر٠ من قطر الأرض . وحيث أن أقطار الأقزام البيضاء قد تم إستنتاجها عن طريق نظرية الإشعاع ، فإنها لذلك غير دقيقة بسبب عدم الدقة فى درجة الحرارة . وأكبر الأقطار يتم رصدها لفوق العمالقة فمثلا النجم α (ألفا) العقرب قطره حوالى ٧٤٠ والنجم ٧٧ قيفاوس قطره ٢٤٠٠ مرة قدر قطر الشمس . ومن المحتمل أن تكون أقطار هذه النجوم متغيرة بدرجة خفيفة ، إن لم يكن هناك نبض .

وعن أقطار الكواكب ، ← الكواكب . وعن الأجرام السماوية الأخرى إنظر تحت أسمائها .

القطع الزائد

hyperbola
hyperlole *(sf)*
Hyperbel *(sf)*

احد ← القطاعات المخروطية .

قطع مكافىء
parabola
parabole *(sf)*
Parabel *(sf)*

أحد ← القطاعات المخروطية .

القطع الناقص
ellipse
ellipse *(sf)*
Ellipse *(sf)*

هو أحد ← القطاعات المخروطيه . ومجموع بُعدى كل نقطة من القطع الناقص عن نقطتين ثابتتين ، هما بؤرتى القطع الناقص – عبارة عن القيمة الثابتة 2a . والقطر الأكبر الذى يقع عليه البؤرتان فى القطع الناقص يسمى بالمحور الأكبر أما القطر الأصغر العمودى على المحور الأكبر فيسمى بالمحور الأصغر . ونقطة تقاطع المحورين هى مركز القطع الناقص . يسمى البعد بين البؤرة والمركز بالإهليجيه (اللامركزية) الطولية . وبقسمة هذه الاهليجيه الطولية على نصف طول المحور الأكبر a نحصل على الإهليجيه العددية . وبُعد كل من نقطتى تقاطع المحور الأصغر مع القطع الناقص عن كل من البؤرتين يساوى نصف طول المحور الأكبر .

قطعة الفرس
Equuleus, Equ *(L)*
colt
petit cheval *(sm)*
Füllen *(sm)*, kleines Pherd *(sn)*

هى كوكبة صغيرة فى منطقة الإستواء السماوى ، تشاهد فى ليالى الخريف .

القِلاص
Hyaden *(L)*
hyades
hyades *(pf)*
Regengestrin *(sn)*

هو حشد نجومى مفتوح يشاهد بالعين المجردة بجوار النجم α (ألفا) الثور (الدبران) ؛ ويبلغ قطر الحشد حوالى ٤ بارسك ويبعد عنا بحوالى ٤٠ بارسك . وأحيانا يعتبر القلاص من ← الحشود المتحركة ، وذلك نظرا لحركتها فى الكون (الشكل ، الحشود المتحركة) . وتسمى **بمجموعة القلاص** أو **تيار الثور** تلك النجوم التى يستدل على إنتمائها للحشد النجومى من حركتها فقط وليس من مواقعها على الكرة السماوية . ومجموعة القلاص تشمل ٣٥٠ نجما تتحرك بسرعة ٣٢ كم/ث تقريبا

قلب الأسد
Regulus *(L)*

هو نجم ← المليك .

قلب الحوت
Mirach *(A)*

هو نجم ← الميراق .

قلب الشجاع
Alphard *(A)*

هو ألمع نجم (α) فى كوكبة الشجاع ولمعانه الضوئى الظاهرى من القدر ٢،١ وينتمى إلى النوع الطيفى K4 ونوع القوة الاشعاعية III . ويبعد قلب الشجاع عنا بمسافة ٣٥ بارسك أو ١١٥ سنة ضوئية .

قلب العقرب
Antares *(L)*

هو ألمع نجم (α) فى برج العقرب . وهذا النجم عبارة عن نجم نصف منتظم التغيير يتأرجح لمعانه بين ٠،٩ ق ، ١،٨ ق . وهو عبارة عن نجم M1 فى نوعه الطيفى ونوع قوته الإشعاعية I6 ، أى أنه ينتمى إلى فوق العمالقة الحمراء . يبلغ قطر قلب العقرب ٢٨٥ مرة قدر قطر الشمس وقوة إشعاعه ١٠٠٠٠ مرة مثل قوة إشعاع الشمس . أى أن قلب العقرب يمكنه أن يستوعب مدار الأرض حول الشمس . ولكن درجة حرارة النجم الفعالة وتبلغ حوالى ٣٥٠٠ درجة ، وهى بذلك أقل كثيرا عن درجة حرارة الشمس ولذلك يبدو النجم محمرا . يبعد قلب العقرب عنا بمسافة ١٣٠ بارسك أى ٤٢٠ سنة ضوئية . وهذا النجم عبارة عن مزدوج بصرى تبلغ المسافة بين نجميه ٣" فقط .

قلم النحات

Caelum, Cae *(L)*
caelum
burin du graveur *(sm)*
Grabstichel *(sm)*

إحدى كوكبات نصف الكرة السماوية الجنوبي .

قمر

sateuite, moon
satellite *(sm)*, **lune** *(sf)*
Satellit *(sm)*. **Mond** *(sm)*

هو ← تابع يدور حول كوكب من كواكب المجموعة الشمسية .

القمر أو قمر الأرض

Moon
Lune *(sf)*
Erdmond *(sm)*, **Erdtarabant** *(sm)*

(أنظر اللوحة ١) جسم سماوى يدور حول الأرض . (وعن أقمار الكواكب الأخرى ← تابع) . يبلغ البعد المتوسط للقمر عن الأرض ٣٨٤٤٠٠كم ، وزمن دورته النجمية ٢٧٫٣٢١٦٦ يوما ويبلغ قطره الظاهرى عند المسافة المتوسطة عن الأرض ٥ ١ً ٣١ ، أى أقل قليلا عن قطر الشمس .

يضىء القمر بواسطة ضوء الشمس المنعكس عليه . ونتيجة لدوران القمر حول الأرض فإن مكانه يتغير دوريا بالنسبة للشمس والأرض وبذلك يتغير الجزء المضىء من سطحه الذى نراه من الأرض (← أوجه القمر) . ونظرا لقربه الشديد من الأرض فإن



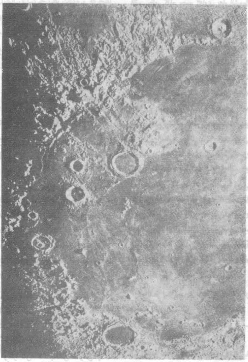
١ حجم القمر بالمقارنة بحجم الأرض.

القمر يظهر كألمع جسم سماوى بعد الشمس ، حيث يبلغ لمعانه البصرى عندما يكون بدرا القدر ـ ١٢٫٥ وشدة ضوئه فى هذا الوقت تبلغ ٣٠٠٠٠ مرة مثل الشعرى اليمانية . يأخذ هذا اللمعان وهذه الشدة فى النقصان بدرجة كبيرة مع تغيير أشكال الإشعاع ؛ ففى أثناء التربيع (نصف بدر) تكون شدة الاضاءة ١٠٪ من القيمة القصوى (أى ينقص اللمعان بحوالى ٢٫٥ق) . وهذا النقصان الحاد فى اللمعان يحدث بسبب وعورة سطح القمر ، إذ يحدث بسبب ذلك ، فى حالة السقوط المائل للأشعة ، تظليل شديد فى المنخفضات ، بينما يعطى السقوط العمودى إضاءة كلية . والكفاءة العاكسة لسطح القمر صغيرة جدا وبياضه يتغير محليا من ٠٫٠٤ إلى ٠٫١٤ كما يتسبب التوزيع غير المنتظم للمناطق اللامعة والداكنة على قرص القمر فى حدوث إختلاف فى لمعانات الأطوار أو الأوجة المتماثلة أثناء نمو أو صغر القمر . تماثل عاكسية سطح القمر فى المناطق الداكنة نظيرها للحمم البركانية الأرضية أما فى المناطق المضيئة فتشابه العاكسية مثلها للتراب البركانى .

والقمر ليس عبارة عن كرة كاملة . ويتضح من دراسة المعلومات التى تم الحصول عليها من دوران الأقمار الصناعية حول القمر أنه شكله يقرب من مجسم ناقص محوره الأكبر يتجه ناحية الأرض . والفرق فى الطول بين المحور الأكبر والمحور الذى يمر بقطبى القمر يبلغ حوالى ٣كم .

وعلى العكس من الأرض فإن القمر ليس له مجال مغناطيسى ، إلا أنه إتضح من دراسة صخور القمر أنه عند تكوين هذه الصخور من الحمم السائلة منذ ، من ٣ إلى ٤ بليون سنة ، كان للقمر مجال مغناطيسى وإن كانت قيمته تقدر ببضع أجزاء مئوية فقط من قيمة المجال المغناطيسى الأرضى الحالى .

ليس للقمر غلاف جوى من الناحية العملية ونستنتج ذلك على سبيل المثال من عدم ظهور آية



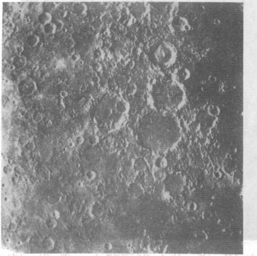
٢ الجزء الغربى من بحر الأمطار كما يبدو فى المنظار (الجنوب إلى أعلى والشرق إلى اليمين) . ويتضح بجلاء سلاسل جبال كل من الأبنين (إلى أعلى) والقوقاز (إلى اليسار من مركز الصوره) والألب (إلى اليسار أسفل الصوره) . وأكبر ثلاثة جبال حلقيه هى بلاتو (أسفل) وأرشميدس وسط الصورة تقريبا. وأراتوستينوس (أعلى وإلى اليمين) .

غشاوة تقلل من رؤيتنا لسطح القمر . كما أن النجوم التى يسترها القمر أثناء حركته تختفى فى أجزاء من الثانية بدون أن يضعف ضوئها تدريجيا خلال غلاف جوى قمرى . وقد أمكن الاستدلال على وجود كثافة عالية من الإليكترونات بالقرب من سطح القمر ، على سبيل المثال أثناء إستتار سديم أبو جلمبو خلف القمر حيث تنكسر الأشعة الراديوية من السديم بعض الشىء بواسطة الاليكترونات الطليقه . ومن قيمة هذا الانكسار تم استنتاج أن كثافة الاليكترونات بالقرب من سطح القمر أكبر بحوالى ١٠٠٠٠ إليكترون لكل سم^{٣} عما هى عليه فى غاز ما بين الكواكب المحيط . والكثافة الكلية للغاز عند سطح القمر من نفس القدر

تقريبا . بذلك فإن «غلاف القمر الجوى» أرق بمقدار ١٠^١٣ مرة من جو الأرض . إن هذا بالنسبة للاعتبارات الأرضية بعد فراغ تام ! . ولابد أن تقل كثافة جو القمر مع زيادة البعد عن السطح بدرجة أبسط مما تقل به كثافة جو الأرض بالارتفاع عن سطحها . ويرجع السبب فى ذلك إلى صغر جاذبية القمر ، التى لا تضغط جو القمر فوق بعضه ، مثلما تفعل قوة تثاقل الأرض الأكبر بحوالى ٦ مرات بغلافها الجوى . ومن أجل قوة التثاقل البسيطة هذه فإن القمر لا يمكنه الإحتفاظ بغلاف جوى كثيف . أما ما يحتمل أن يكون موجودا فى البداية من غازات ثقيلة فقد تطايرات إلى فراغ ما بين الكواكب : تبلغ سرعة الإفلات من سطح القمر فقط ٢٫٣٧٥ كم/ث .

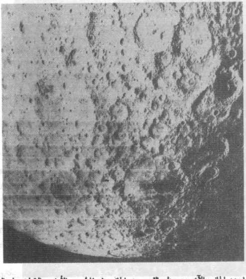
وهناك زعم بأن غلاف القمر الرقيق يتكون من إليكترونات طليقة وجسيمات غازية أخرى ليست مستقرة وإنما على شكل تيار يجرى من سطح القمر إلى فراغ ما بين الكواكب ، ويمكن أن يتغذى هذا التيار من البخر المؤكد حدوثه من السطح بفعل كل من الأشعة الكونية ، والتأثير الدائم للرياح الشمسية وكذلك إرتطام النيازك . ويتعرض سطح القمر لكل هذه المؤثرات فى حين لا يعمل الغلاف الجوى الرقيق كدرع واق كما هو الحال فى الغلاف الجوى الأرضى . وعلى الرغم من ذلك فإنه من الواضح وجود جيوب غازية تهرب من آن لآخر . فقد أمكن على سبيل المثال مشاهدة إنفجار غازى فى فوهة ألفونس .

إننا نرى من القمر جانب واحد فقط . ويرجع ذلك إلى ← حركة القمر الخاصة : إذ أن له دوران



٣ صوره لجزء من سطح القمر كما إلتقطتها سفينة الفضاء أبولو ٨ . ويشاهد فى وسط الصوره فجوة البتانى وإلى اليمين منها فجوات بطليموس وألفونس والزرقلى . وبعيدا إلى اليمين نجد بحر السحب . (جنوب الصورة إلى أعلى) .

مقيد ، أى أن زمن دورته حول الأرض مساو لزمن دورانه حول نفسه . أما كوننا نشاهد فى الحقيقة أكثر بعض الشىء من النصف فإن ذلك مرجعه إلى الترنح البسيط ، وإلى ← التحرر الذى يحدث لجسم القمر . ونتيجة للحركة المحكومة فإن كل جزء من سطح القمر يظل مضاءا لمدة نصف شهر بأشعة الشمس ثم يبقى بعد ذلك لنفس المدة على الجانب الليلى من سطح القمر . وبذلك تحدث إختلافات حادة فى درجة الحرارة ، وبدرجة أكبر حيث أن الغلاف الجوى للقمر رقيق جدا لدرجة يصعب معه حدوث إضعاف للشعاع الساقط أو الخارج . وحتى عند إعتام القمر أثناء الخسوف فإن الإشعاع من السطح إلى الفضاء الخارجى المحيط كبير بحيث تنخفض درجة الحرارة إنخفاضا محسوسا . تبلغ درجة الحرارة فى قمتها على الناحية التى تسقط عليها أشعة الشمس حوالى ١٣٠°م بينما تنخفض أثناء الليل القمرى إلى حوالى − ١٦٠°م . وقد إتضح أن الأماكن المتجاورة على سطح القمر ليست لها درجة حرارة واحدة دائما بل ثبت وجود شذوذات محلية فى درجة الحرارة . فعلى سبيل المثال يبدو أن فجوة تيكو ، التى تختزن جيدا الإشعاع الشمسى الساقط عليها أثناء النهار القمرى ، أكثر دفئا بعد غروب الشمس عما حولها . يرجع السبب فى ذلك إلى أن الفجوات الحديثة نسبيا (مثل فجوة تيكو) ليست

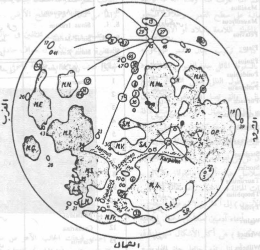


٤ الجزء الجنوبى من الجانب الآخر من سطح القمر . وهو الجانب غير المرئى من الأرض . إلتقطت هذه الصورة بواسطة مركبة الفضاء لونار أو ربتار ٢ من على بعد ١٤٠٠ كم . ويمكن عند الحافة العليا تمييز معالم تبلغ أقطارها ٣٠٠ م .

معزولة حراريا بواسطة طبقة ترابية . وما يصلها من إشعاع أثناء النهار القمرى يمكن أن تختزنه جيدا نسبيا وتعطيه أثناء الليل القمرى . ويعتقد أن الشذوذ فى درجة الحرارة لأماكن أخرى من سطح القمر راجع إلى تحرر طاقة حرارية من داخل القمر .

يمكن بواسطة الاشعاع الراديوى إستنتاج أن الإختلافات الكبيرة فى درجة الحرارة بين الليل والنهار القمريين مقصورة فقط على الطبقات العليا من سطح القمر . فشدة هذا الإشعاع تتغير بدرجة بسيطة نسبيا مع إختلاف أوجه القمر . ويمكن تعليل ذلك بأن سطح القمر مسامى وعليه فهو ردىء التوصيل للحرارة وبذلك تتغير درجة الحرارة بمقدار بسيط فى الطبقات السفلى ، التى ينبعث منها ، فى الغالب ، الإشعاع الراديوى ، ولو أن الطبقة العليا تحدث فيها تغييرات كبيرة عند الانتقال من الاشعاع الشمسى (على الجانب النهارى) إلى الإشعاع القمرى (على الجانب الليلى) .

السطح : ليست معلوماتنا عن سطح أى كوكب بقدر معلوماتنا الجيدة عن سطح القمر . ويرجع السبب فى ذلك من ناحية إلى عدم وجود غلاف جوى كثيف يعوق نظرتنا إلى السطح . ومن ناحية أخرى فإن ذلك يرجع إلى القرب الشديد للقمر ، الأمر الذى يسمح بإرسال سفن الفضاء المأهوله وغير المأهوله بالإنسان . بالقرب من وحتى سطح القمر . ويمكن بالآلات الحديثة يمكن التعرف على مناطق من سطح القمر يصل طولها من ١٥٠ إلى ٢٠٠ متر ، وذلك عندما تختلف هذه المناطق عما جاورها (مثلا فى الارتفاع) . وتتيح الأقمار الصناعية التى تدور حول القمر فرصا أكبر ، فيما لا يمكن فقط التحقق من الدقائق الصغيرة بل يمكن أيضا دراسة الجانب الخلفى



٥ خريطة سطح القمر ويبدو فيها القمر معكوسا كما نشاهده فى المنظار . ولذلك فإن الجنوب فى الصوره متجه إلى أعلى بينما الشرق إلى اليمين . وتدل الاختصارات والأرقام الموجوده على الخريطة على الأسماء الآتية :

الإسم العربي	الإسم اللاتيني	الإختصار
بحيرة الأحلام	Lacus Sommiorum	L. S.
بحيرة الموت	Lacus Mortis	L. M.
بحر الأزمات	Mare Crisium	M. C.
بحر الخصوبة	Lacus Foecunditatis	M. F.
بحر البرودة	Mare Frigoris	M. Fr.
بحر المرح	Lacus Humorum	M. H.
بحر الأمطار	Mare Imbrium	M. I.
بحر الرحيق	Lacus Nectaris	M. N.
بحر السحب	Mare Nubium	M. Nu.
بحر السعادة	Lacus Serenitatis	M. s.
بحر السكون	Mare Tranquillitatis	M. T.
بحر البخار	Lacus Vaporum	M. V.
محيط العواصف	Oceanus Procellarum	O. P.
مستنقع الغيوم	Palus Nebullarum	P. N.
مستنقع الشيخوخة	Palus Putretudinis	P. P.
خليج النار	Sinus Aestuum	S. A.
خليج قوس قزح	Sinus Iridum	S. I.
خليج الوسط	Sinus Medii	S. M.
خليج الندى	Sinus Roris	S. R.

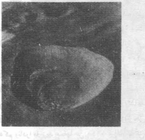
الإسم العربي	الإسم اللاتيني	الرقم
البتانى	Albategnius	1
الياسينى	Aliacensis	2
ألفونس	Alphonsus	3
أرشميدس	Archimedes	4
أرستارخ	Aristarch	5
أرستيلوس	Aristillus	6
أرستوتيليس	Aristoteles	7
الزرقلى	Arzachel	8
أطلس	Atlas	9
أوتوليكوس	Autolycus	10
بوليالدوس	Bullialdus	11
كاتارينا	Catharina	12
كلافيوس	Clavius	13
كيريلوس	Cyrillus	14

الإسم العربي	الإسم اللاتيني	الرقم
إراتوثينوس	Eratosthenes	15
أويدوكسوس	Eudoxus	16
فيرنير يوس	Furnrius	17
جازيندى	Gassendi	18
جريمالدى	Grimaldi	19
هاينزل	Hainzel	20
هركيولوس	Hercules	21
هيرودوت	Herodot	22
يوليوس قيصر	Julius Caesar	23
كبلر	Kepler	24
كوبرنيكوس	Kopernikus	25
لانجرينوس	Langrenus	26
لونجومونتان	Longomontan	27
ماكروبيوس	Macrobius	28
ماجينوس	Maginus	29
مانيليوس	Manilius	30
ماوروليكوس	Maurolycus	31
بتيافيوس	Petavius	32
بلاتو	Plato	33
بلينيوس	Plinius	34
بوسيدونيوس	Posidonius	35
بطليموس	Ptolemaus	36
بورباخ	Purbach	37
ريجيومونتان	Regiomontan	38
ريسيولى	Riccioli	39
شيكارد	Schickard	40
ستيفينوس	Stevinus	41
ستفلر	Stoefler	42
تاورونتيوس	Tauruntius	43
تيوفيلوس	Theophilus	44
تيكو	Tycho	45
فالتر	Walter	46
فيرنر	Werner	47
ويلهالم	Wilhelm	48

من سطح القمر والذى لا يمكن رؤيته من على سطح الأرض . ونستطيع الحصول على صور مأخوذة من قرب شديد لمناطق محدودة من سطح القمر عن طريق ما ينزل فوقه من آدميين أو بالإسقاط الطرى للمختبرات الفضائية . لذلك فإنه ليس من العجيب وجود خرائط قمريه تقارن فى دقتها بالخرائط الأرضيه . وعلم السيلينوغرافيا ، الذى يتخذ من وصف وعمل خرائط لسطح القمر واجبا له ، ليس متأخرا عن علم الجغرافيا ، فقد أمكن أيضا بالعين المجردة التمييز بين مناطق لامعة وأخرى داكنة فوق سطح القمر . والمناطق اللامعة هى سلاسل جبال أما الداكنة فقد ظهرت فى أرصاد المنظار كمسطحات مترامية ذات فروق بسيطة فى الإرتفاعات . سميت هذه المسطحات قديما حسب أحجام كل منها بالبحار أو الخلجان أو المستنقعات أو البحيرات القمرية . وقد ظلت الأسماء كما هى برغم أننا نعرف منذ وقت أنه لا توجد مساحات مائية على سطح القمر . وبخلاف البحار فقد سميت المناطق اللامعة بالبلاد أو الأرض .

يمكن دراسة تركيب جبال القمر على وجه الخصوص بالسقوط المائل جدا للضوء (عند حدود الظل) . ومن طول الظل يمكن استنتاج إرتفاع سلسلة الجبال ، والتى تصل فى بعض حالاتها إلى ٨كم ، أى أعلى من جبال الأرض . وعند حافة المسطحات (البحار) يوجد كثير من سلاسل الجبال مجمعة ، سميت تبعا للسلاسل الجبلية الأرضية . من ذلك نجد أن كل من بحر أمبيريوم وبحر الأمطار محاطين بكل من سلاسل جبال أبينيون والقوقاز وكرباتن . وهذه الكيات الهائلة من الجبال ترتفع عاليا فى بعض الأحيان (الأبنيون) إلى أكثر من ٦كم فوق المسطح . إن (ما يسمى بأسماء آدميين)سلاسل الجبال الحلقيه (الفجوات الكبيرة) هى أكثر الأشكال شيوعا فوق سطح القمر . وأحيانا يرتفع حائط حلقى إلى بضع كيلومترات بالتدريج عن السطح ويسقط بميل أسرع ناحية الداخل ، والمساحة المحصورة بالداخل هى أعمق من المسطحات المحيطة وفى وسطها يوجد واحد أو عديد من الجبال المركزية . وفى الجزء الذى نراه من على سطح الأرض يوجد من هذه الجبال الحلقية عدد يصل إلى ٤٠٠٠٠ تم إكتشافها من على سطح الأرض ، وتسمى أكبرها بالاستحكامات وتزيد أقطارها عن ٢٠٠كم . ولو أن مشاهدا وقف فى وسط أحد هذه الاستحكامات فإنه يرى حوائط لها أشكال مشطية عنده فوق الأفق . تنبعث من بعض الفوهات مثل تيكو وكوبرنيكوس مجموعة دروب قطريه على شكل أشعه يمكن تتبعها إلى مسافة بعيدة ، ففى حالة تيكو يمكن تتبعها واضحة بطول ١٨٠٠كم . وتجتاز هذه الدروب القطريه فى طريقها البحار والجبال والجبال الحلقية . ويتضح من خفة الظل الساقط أن هذه الدروب لها تقريبا نفس الإرتفاع مثل المناطق المحيطة . والآن فإننا نعرف أيضا مجموعات ممتدة على الجانب المظلم للقمر لها أشكال جبال حلقية إلا أننا لا نراها من مكاننا فوق سطح الأرض .

يتضح وجود نوعين مختلفين فى حالة الفوهات الصغيرة : النوع الأول له حواف حادة والثانى على شكل كهف ذو حدود دائرية رخوة . ويقل شيوع



٦ إحدى فوهات الجانب الآخر من سطح القمر. وللفوهه جوانب حادة الميل وفى قاعها صخور ضخمه. وقد التقطت هذه الصورة من على متن المركبه القمرية لأبولو ١٠ .



٧ مقطع تخطيطى خلال فوهة كرية ذات جبل مركزى.

النوع الأول دائما مع صغره ، حتى الصغير جدا والذى يمكن فقط رؤيته من سفن الفضاء ، إلى أكبرها ، وحتى البحار دائرية الشكل يمكن تنظيمها فى هذا التتابع . وبدل توزيع هذا الشيوع على أن الفوهات قد نشأت بنفس الطريقة وعن طريق الصدفة (إنظر بعده) . والفوهات الكبيرة والمتوسطة فيما يحيط بها جزئيا أشكال شعاعية تتجه ناحية المركز وكذلك فوهات ثانوية ، شكلها عموما قطع ناقص وإتجاهها قطرى . أما فوهات النوع الثانى والتى أكتشفت فقط بواسطة السفن القمرية فتوجد فى البحار وفوق قيعان بعض الفوهات الكبيرة كما يزيد وجودها جدا فوق الأراضى اللامعة . وتوزيع شيوع هذا النوع يختلف عن الأنواع ذات الحواف الحادة ، لدرجة تجعلنا نفكر فى سبب آخر لنشأتها .

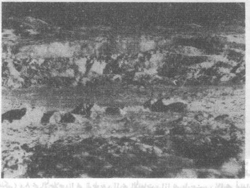
أمكن عن طريق الصور التى ألتقطت بواسطة الأقمار الصناعية التى تدور حول القمر التعرف على أشكال من سطحه كانت غير معروفة حتى ذلك الوقت وهى «سلاسل الظهر» . وهذه عبارة عن إرتفاعات موجودة فقط فى البحار وتصل إلى ١٠٠م فى الارتفاع وإلى ١٠كم فى الطول وشكلها غير منتظم كما تتواجد حزوز بأعداد كبيرة على سطح القمر . والحزوز المستقيمة صغيرة وعلى شكل كهوف وتشاهد فى البحار ومناطق حافتها . ويبلغ عرض الحزوز حتى ٥كم ونادرا ما يزيد عمقها عن ١٠٠م ، إلا أنها تمتد فى بعض الأحيان إلى بضع مئات من الكيلومترات . وهناك نوع آخر هو الحزوز المتعرجة التى تشبه جيدا الأنهار الأرضية . وتتموج مثل هذه الحزوز المتعرجة خلال وادى جبال الألب القمرية الذى يبلغ طوله ١٣٠٠ كم وعرضة فى بعض الأجزاء ١٠كم .

يوجد أيضا على القمر تصدعات أكثرها شهره هو الحائط الكبير . فى أطول من ١٠٠كم يفصل هذا المنحدر الشديد ، الذى يغلب عليه الإستقامة بين مصطبتين بفارق ٣٠٠م فى الارتفاع وذلك عند الحافة الغربية لبحر نوبيوم وبحر الغيوم .

نشأة تضاريس السطح : أسهل شىء هو تعليل نشأة التصدعات القمرية ، إذ يمكن أن تكون هذه قد نشأت على غرار التصدعات الأرضية وبالتحديد أثناء إزاحة أرض قشرة القمر بالنسبة لبعضها . كذلك فإن الحزوز القمرية المستقيمة يحتمل أن تكون ناشئة من تصدع فى داخل القشرة القمرية أو من ظاهره تجمد الحمم البركانية المنسابة . ويمكن أن تكون الحزوز المتعرجة قد نشأت من تجمد تيار الحمم البركانية الرفيعة المنسابة أيضا . إلا أنه زُعم أيضا أن هذه عبارة عن قاع نهر يجرى ماؤه تحت طبقة سميكة من الحديد . ولما كان من غير المحتمل وجود أى ماء على القمر فإن ذلك يصبح ممكنا فقط فى حالة مبكرة جدا من حياة القمر . أما عن نشأة الفوهات فتوجد منذ وقت طويل نظريتين متحاديتين : فتبعا للنظرية البركانية نشأت الفوهات كبراكين ، وتبعا لنظرية الارتطام فإنها نشأت عند سقوط النيازك . وإذا إعتبرنا مستوى المعلومات الحالية فإننا نفهم نشأة الفوهات على أنها عملية مشتركة ومعقدة من كل من الارتطام من الخارج وما تفجره هذه الارتطامات من قوى قربة داخلية ، ومنها إنفجارات حممية . أما الفوهات الصغيرة وأصغر الفوهات فقد نشأت إما من

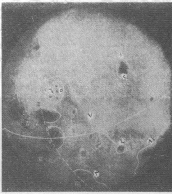
سقوط نيزك أو من إنفجار غازى (بركان غازى) . ويمكن أن ينطبق الإحتمال الثانى على وجه الخصوص بالنسبة لسلاسل فوهات الجانب الخلفى للقمر . ويمكن أن تكون الفوهات الكهفيه ذات الحدود الدائرية الطرية قد نشأت من إنكماش الحمم البركانية . إن القباب أو الإنتفاضات المصطبية فى مناطق البحار يمكن أن تكون قد نشأت كبراكين كما يمكن أن تكون سلاسل الظهر ناتجه من إنسياب العجائن خلال الشقوق . ونظام الدروب الشعاعيه اللامعة المنطلقة من الفوهات هى من المؤكد ناشئة مع الفوهة ذاتها ، ويحتمل أن يكون ذلك عبارة عن مواد إنحدرت فوق قشرة القمر . يؤكد هذا الزعم وجود عديد من الفوهات الثانوية التى تظهر على الصور الملتقطة من قريب لسطح القمر . إن العمل المشترك من القوى الخارجية والداخلية يظهر على وجه الخصوص فى البحار الدائرية الشكل (التى تختلف عن البحار الأخرى غير المنتظمة) . وهناك إفتراض بأن تكون هذه البحار الدائرية قد نشأت من إصطدام كتل كبيرة عالية الكثافة فى الأزمنة الأولى للبحار . وهذا الإفتراض كبير الإحتمال على أساس تركيز الكتلة المرصود ، والذى نحس به مما يظهر من إختلافات فى الجاذبية . ثم تبع ذلك أن طفت أحواض البحار بالحمم وهو ما يدل عليه كل من السطح الأملس نسبيا وكذلك الكثافة الصغيرة للفوهات .

أصبحت دراسة أرض القمر ممكنة منذ أدخلت السفن التى تستطيع النزول فوق سطحه والعودة إلى الأرض ثانية وكذلك نزول الانسان عليه . من خلال ذلك تأكدت المزاعم والإفتراضات التى أدت إليها أرصاد أخرى من أن سطح القمر مغطى بطبقة مسامية ترابية التكوين ومتكبية نسبيا . وفى هذه الطبقة يوجد أيضا دفين من حطام الصخور التى تكونت على غرار البازلت الأرض ، أى من مصهور الصخور . إن ما درس حتى الآن من صخور القمر يتكون من معادن معروفة على سطح الأرض ، إلا أنه وجدت أيضا بعض المعادن غير المعروفة . وفيما جلبته أبوللو ١١ من عينات أرضية بحر الهدوء فإن كل من التيتانيوم والاسكانديوم والزركونيوم واليتريوم من بين العناصر الشائعة وعلى النقيض من ذلك يندر وجود عناصر كل من الصوديوم والبوتاسيوم والروبيديوم . وعلى العكس من ذلك فإن العينات التى جلبتها أبولو ١٢



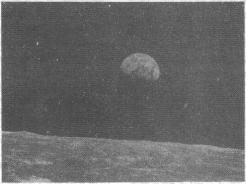
٨ الجزء الداخلى من فوهة كوبرنيكوس كما صورته لونار أوربتار ٢ .

من بحر بروسيلاريوم تحتوى على تيتانيوم أقل بكثير وكذلك تحتوى على قليل جدا من البريكزين ، أى ما تكون من رواسب التراب القمرى وكسارة البلورات . ومن المحتمل أن يكون كسير الصخور قد ترسب أثناء الإنفجارات البركانية ثم تحطم بإصطدام النيازك أو بفعل صخور أخرى متطايرة . وتبدو المادة الترابية كما لو كانت نتيجة تآكل لكنه ليس راجعا لفعل عوامل تجوية ـ فلا وجود للماء والرمال على سطح القمر ـ وإنما إلى تأثير النيازك والرياح الشمسية والأشعة الكونية . تحتوى أرض القمر على الكثير من الأجسام الزجاجية ، أغلبها كروى الشكل . وواضح أن هذه الأجسام تكونت أثناء إرتطام النيازك بالسطح ، حيث كانت طاقة الارتطام كافية لصهر كل من الجسم الساقط ومحل السقوط . وإذا ما كانت كتلة النيزك كبيرة جدا فإن الطاقة تكفى لكى يتبخر جزء من صخور منطقة الإرتطام فتنتج عن ذلك إنفجارات يمكن أن تنشأ منها فوهات . ويختلف التركيب الكيماوى لبحر الهدوء بعض الشىء عن الحطام البازلتى الموجود به . ومن المحتمل أن يكون ذلك منشأه الإختلاط بالمادة النيزكية . ولم تمكننا العينات الصخرية المجلوبة من سطح القمر من الإستدلال على وجود مركبات عضوية فوقه . ونستنتج من هذه العينات أن عمر الحطام الصخرى الكبير لبحر الهدوء حوالى ٣٫٦ بليون سنة . وهذا هو الزمن المنقضى منذ تبلورت العجينة الرسوبية . وفى تراب نفس المكان وجدت بريكزين تصل أعمارها إلى ٤٫٧ بليون سنة . ولما كانت هذه القطع تختلف عن الأخرى فى شكلها البلورى فإنه يُفترض أنها قد نشأت فى مكان آخر فوق

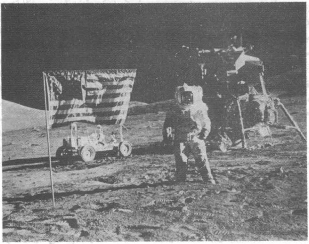


٩ الصورة التاريخيه الأولى للجانب الآخر من سطح القمر (كما إلتقطتها المرحله الثالثه من الصاروخ السوفيتى فى ١٩٥٩/١٠/٧) ، وقد رسم على الصوره بخط متصل خط الاستواء القمرى وبخط متقطع الحدود بين الجانب المرئى وغير المرئى من السطح. ودلالة الأرقام :

١ بحر موسكو ، ٢ خليج رائد الفضاء ، ٣ إمتداد البحر الجنوبى من الجانب المرئى ، ٤ فوهة زيولكوفسكى ، ٥ فوهة لومونوسوف ، ٦ فوهة جوليو كورى ، ٧ جبال السوفيت (لم تعد تستخدم ضمن الأسماء المعتمده من قبل الإتحاد الدولى الفلكى) ، ٨ بحر الأحلام ، I بحر الرطوبه ، II بحر الأزمات ، III بحر مارجينس ، IV بحر أونداريوم ، V بحر سميثل ، VI بحر الخصوبه ، VII البحر الجنوبى .



١٠ الأرض وجزء من سطح القمر كما صورتها أبولو ٨ فى أول دوران آدمى حول القمر. ويرى أفق القمر من على مسافة ٧٨٠ كم. وعرض الجزء المرئى ١٧٥ كم. وعلى الأرض يقع حد الظل القاره الأفريقيه.



١١ ملاح الفضاء شميدت بجانب علم الولايات المتحده بعد هبوط أبولو ١٧ على سطح القمر.

القمر ومن هناك أتت إلى بحر الهدوء بواسطة الانفجارات المرتبطة مثلا بنشأة بحر بعيد . وبالنسبة لصخور بحر بروسيلاريوم فقد حُددت أعمارها من ٢٫٠ إلى ٢٫٦ بليون سنة . أى أن العجينة التى نشأت منها هذه الصخور قد سالت على الأقل بليون سنة بعد الصخور الأخرى .

وبالنسبة للتركيب الداخلى للقمر فاننا نأمل فى الحصول على بعض المعلومات عنه عن طريق الزلازل القمرية الطبيعة والصناعية . وتبعا للقياسات الأولية إتضح أن للقمر ككل مرونة كبيرة غير متوقعة تناظر مالأعلى طبقات الأرض . إن ذلك يؤيد من الفكرة القائله بأن القمر ، على خلاف الأرض ، لا يحتوى موائع فى داخله .

وعن نشأت القمر فإننا لا تعرف شيئا مؤكدا . وقديما نوقش كثيرا ما يسمى بنظرية المد والجذر . وتبعا لتلك النظرية فإن القمر إنشطر من مجسم الأرض أو جسمها الصلب . وقد إفتقدت هذه النظرية من قدرتها نظرا لأنه من ، بين أسباب أخرى ، لم يمكن الحصول على معلومات عن شكل القوى التى كانت مؤثرة وقت ذاك المد والجذر . أما نظرية الإقتناص فتفترض أن القمر وقع فى مجال جاذبية الأرض بعد أن نشأ بعيدا عنها . ومثل هذه الاقتناصات ليست غير محتملة تماما . أما نظرية التراكم فتفترض أن كل من الأرض والقمر تكونا فى نفس الوقت ومن نفس السحابه . وتقابل هذه النظرية صعوبة تعليل الفروق بين كثافة كل من الأرض والقمر . لهذا السبب تدور مناقشات أيضا حول إفتراض نشأة القمر من غلاف الأرض الممتد بعيدا . وتبعا لهذا الإفتراض فقد تجمعت العناصر الخفيفة فى الطبقات العليا للغلاف الجوى الأصلى ، أما العناصر الأثقل فقد غاصت أكثر ناحية المركز وتسببت فى زيادة سرعة دوران الأرض الأولى ، الأمر الذى أدى إلى إنفصال الغلاف الهوائى العلوى والذى تكثف بعد ذلك فى صورة القمر . لقد إحتل القمر فى الزمن الأخير أهمية كبيرة فى الأبحاث الفلكية ، حيث أصبح الوصول إليه ممكنا برحلات الفضاء . وقد كانت الخطوات الفاصلة فى ذلك هى نزولى ملاحى الفضاء الأمريكين نيل أرمسترونج وإدوين ألورين فى ٢٠ يوليو ١٩٦٩ عند ١٧ ق ٢٠ س بالتوقيت العالمى وذلك فى بحر الهدوء حوالى ١٠ كم إلى الجنوب من فوهة سابينا ، ثم نزول محطة الفضاء السوفيتة الأوتوماتيكية لونا ١٦ فى بحر فوكونديتايتس يوم ٢٠ سبتمر ١٩٧٠ عند ١٨ ق ٥ س بالتوقيت العالمى والتى أحضرت المرحلة العائدة معها عينات من صخور سطح القمر إلى الأرض . وكذلك أنزل الإتحاد السوفيتى فى ١٧ نوفمبر عام ١٩٧٠ للعربة القمرية (لونوخود) الموجهة أرضيا على سطح القمر (أنظر أيضا ← غزو الفضاء)

المعلومات الهامة عن القمر

متوسط البعد عن الأرض	= ٣٨٤٤٠٠ كم = ٠,٠٠٢٥٧ وحدة فلكية
	= ٦٠,٣ قدر نصف الأرض
القطر الظاهرى المتوسط	= ٣١ ٥ً
القطر	= ٣٤٧٦ كم = ٠,٢٧ قدر قطر الأرض
الحجم	= ٢,١٩٢ × ١٠^{٢٥}سم^{٣} = ٠,٠٢ حجم الأرض .
الكتلة	= ٧,٣٥ × ١٠^{٢٥} جم = $\frac{١}{٨١٣}$ وكتلة الأرض
الكثافة المتوسطة	= ٣,٣٤ جم / سم^{٣} = ٦٠,٥ ٪ من متوسط كثافة الأرض
قوة الجاذبية على سطح القمر	= ١٦,٦ ٪ قدر قوة جاذبية الأرض
اللمعان (حالة البدر)	البصرى الظاهرى = − ١٢,٥
العاكسية المتوسطة	= ٠,٠٧

درجة الحرارة : + ١٣٠° م (الجانب المضىء) حتى − ١٦٠° م (الجانب المظلم) .

القمر الصناعى الأرضى

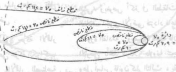
artificial earth satellite
satellite artificial de la terre *(sm)*
Kunstlicher Erdsatellit *(sm)*

القمر الأرضى هو جسم يتحرك حول الأرض وتحت تأثير جاذبيتها .

والقمر الأرضى الطبيعى الوحيد يسمى فقط بإسم ← القمر . وتحت **أقمار أرضية صناعية** أو عموما أقمار أرضية نعنى الأجسام الصناعية التى تتحرك بدون محركات دائمة وذلك بصورة مستمرة أو لفترة زمنية طويلة حول الأرض .

يقع كل من دراسة وتحقيق الإمكانيات التكنولوجية لإبداع الأقمار الأرضية الصناعية وكذلك ما يتبعها من مشاكل فى التوجيه أو نقل المعلومات منها وإليها وتغذيتها بالطاقة وما إلى ذلك .. إلخ فى مجال عمل تكنولوجية الصواريخ وغزو الفضاء ، ولذلك فإنها ليست ذات أهمية فلكية مباشرة . إلا أن للأقمار الأرضية أهمية كبيرة بالنسبة للفلك لأسباب أخرى ، حيث أنها تمثل أجساما تتحرك معظم فترات حياتها حسب قوانين الميكانيكا السماوية . وعلاوة على ذلك فإنها تُستعمل كحاملات لأجهزة الرصد الفلكية ، التى يمكن عن طريقها زيادة إمكانيات دراسة الفضاء فى المنطقة القريبة من الأرض وكذلك زيادة المجال الطيفى المستعمل فى الأغراض الفلكية .

المدار وحركة المدار :ـ إن الإمكانية الوحيدة لوضع الأقمار الصناعية فى مداراتها حول الأرض هى بإستعمال الصواريخ . وفى الوقت الذى يعمل فيه المحرك يكون من السهل توجيه الصاروخ . ومن هنا فإن الجزء الإيجابى من المدار إختيارى تماما . وبعد إنتهاء الإحتراق فى موتورات الصاروخ يصبح إستمرار الطيران بدون محركات فيتحرك الصاروخ أو ما ينطلق منه من أقمار أرضية فى مدار أو مدارات طيران حر ، الجزء السلبى من المدار . من هذه اللحظة تخضع الحركة لقوانين حركة جسمين ؛ ومداراتها عبارة عن قطاعات مخروطية . وتعتمد أبعاد كما يعتمد شكل القطاعات المخروطية على إتجاه وسرعة الحركة ، التى حصل عليها القمر . فإذا ما كانت الحركة عند إنتهاء إحتراق محركات الصاروخ عمودية على الإتجاه الرأس فإن سرعة ، فى النهاية ، قدرها ٧٫٩١٢كم/ث (المرحلة الأولى من السرعة الكونية) تلزم للحركة الدائرية فوق سطح الأرض مباشرة . ولا يمكن حدوث دوران حول الأرض تحت الظروف المذكورة إذا قلت السرعة النهائية عن ذلك المقدار . ولما كانت كثافة الغلاف الجوى الأرض أكبر ما تكون فوق سطح الأرض مباشرة ، فإن ذلك يسبب فرملة شديدة لقمر صناعى يتحرك فى مداره الدائرى ، بدرجة تجعله يسقط على الأرض قبل إتمام دورته الأولى حولها ؛ ولمثل هذه الحالة أهمية نظرية فقط . كما تلزم سرعة نهائية قدرها ٧٫٧٩١كم/ث لبداية حركة قمر صناعى فى مدار دائرى حول الأرض على إرتفاع ٢٠٠ كم عن سطحها ؛ بينما يتطلب نفس الشىء ٦٫٩٠٣ كم/ث فقط على إرتفاع ٢٠٠٠كم . ونقص السرعة المطلوبة بزيادة الإرتفاع عن سطح الأرض مرتبط بنقص عجلة الجاذبية ، أى



١ العلاقه بين شكل مدار القمر الصناعى وسرعته عند نفاذ الوقود.

العجلة التي يكتسبها جسم تحت تأثير جذب الأرض ، مع الإرتفاع . ولذلك تكفى سرعات دوران نهائية آخذة في الصغر كي تتساوى قوة الطرد المركزية الناتجة عن الحركة في المدار الدائرى مع قوة عجلة التثاقل . ويكون المدار دائريا فقط إذا ما تحقق تعادل تام بين عجلتى الطرد المركزية والطرد في كل نقطة من المدار . ولما لم يكن ذلك عموما هو الحال ، فإن الأقمار لا تدور في مدارات دائرية وإنما في مدارات إهليجية . وعلى إرتفاع معروف مسبقا عند نهاية الإحتراق ، وفى حالة الحركة عموديا على الإتجاه الرأسى على سطح الأرض فإن السرعة المكتسبة تتحكم في قيمة نصف القطر الأكبر للمدار وكذلك فى إهليجيته . وتزداد الاثنتان بزيادة السرعة المكتسبة . فيستطيل المدار الإهليجى بزيادة السرعة لأن الأرض لابد أن تحتل إحدى بؤرتيه . وبالنظر ثانية إلى الحالة النظرية ، أى حالة إنتهاء الإحتراق فوق سطح الأرض مباشرة نجد أن ذلك يستوجب سرعة نهائية قدرها ١١٫٠كم/ث حتى تقع نقطة الأوج الأرضى للقمر الصناعى ، أى أبعد نقطة في مدار القمر الصناعى عن الأرض ، فى منتصف المسافة بين الأرض والقمر ، كما تستوجب سرعة قدرها ١١٫١كم/ث كي تقع نقطة الأوج على مسافة القمر . ولو أننا زدنا السرعة النهائية إلى ١١٫١٩كم/ث ـ المرحلة الثانيه من السرعة الكونية ـ فإن الحركة لن تكون إهليجية حول الأرض وإنما حول الشمس ، فيترك الجسم الأرض إلى الأبد بدون أن يصبح قمرا صناعيا لها . وكما فى حالة المدارات الدائرية فإن السرعة الضرورية ، عند نهاية الاحتراق الاحتراق ، لبلوغ أبعد مسافة في مدار إهليجى تقل بزيادة الإرتفاع عن سطح الأرض .

تنطبق ← قوانين كبلر على حركة الأقمار الصناعية فى مداراتها مثلما تنطبق على حركة الكواكب فى مداراتها حول الشمس . فالأقمار الصناعية تتحرك ، على أساس قانون كبلر الثانى ، بالقرب من الأرض ، في الحضيض ، أسرع منها فى الأوج . كما يعتمد الطول الزمنى للدورة ، حسب قانون كبلر الثالث ، على قيمة نصف القطر الأكبر فى حالة المدارات الإهليجية وعلى نصف القطر فى حالة المدارات الدائرية وأقصر دورة طولها ١٫٥ ث ٢٤ ق ١ س تنتج لحركة قمر صناعى في مدار دائرى فوق سطح الأرض مباشرة . أما بقية المدارات فلها أزمنة دوران أطول من ذلك ، كما يمكن أن يبلغ بعضها بضع أيام .

تمر مستويات مدارات الأقمار الأرضية بمركز الأرض ، وهى حسب التقريب الأولى ثابتة فى الفضاء أى بالنسبة للنجوم الثوابت . ولا تشارك تلك المدارات ، تبعا لذلك ، فى الدوران اليومى ، فالأرض تدور تحت مدارات تلك الأقمار . وحيث أن مستوى المدار ثابتا في الفضاء بالنسبة للنجوم الثوابت فإن وضع المدار يتغير بالنسبة للإتجاه إلى الشمس وذلك نتيجة لحركة الأرض حول الشمس ومايصاحبها من تغيير ظاهرى لموقع الشمس بالنسبة للنجوم الثوابت .

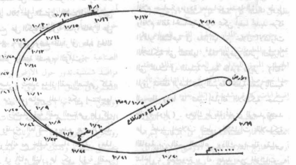
أثبتت الخبرة أن وضع مستوى المدار فى الفضاء وأبعاده وإهليجيته ليسوا غير متغيرين تماما . وإذا ما وقع حضيض المدار قريبا من سطح الأرض ، بحيث يجوب القمر الصناعى في الغلاف الجوى الكثيف ، فإن الإحتكاك بالهواء يعمل على فرملة الحركة ، وبالتالى طاقة حركة القمر فيقل كل من نصف مداره الأكبر وإهليجيته . ويقترب المدار من الشكل الدائرى كما يقترب القمر من سطح الأرض بعض الشىء ويغوص أكثر فى الطبقات الأكثر كثافة من الغلاف الجوى الأرضى فتزداد فاعلية هذا الغلاف في الدورة القادمة . وبصورة دقيقة فإن حركة القمر حول الأرض تأخذ شكلا حلزونيا تتجاور لفاته جيدا . وعلى أساس قانون كبلر الثالث ، يقل زمن الدورة كلما صغر نصف القطر الأكبر للمدار ولكن سرعة الدوران تزداد . وبذلك نصل إلى تناقض ظاهرى ، لأنه عن

طريق الإحتكاك بهواء الغلاف الجوى الأرضى تزداد السرعة وتقصر زمن الدورة . وكلما صغر نصف القطر الأكبر للمدار غاص القمر بدرجة أكثر عمقا فى طبقات الغلاف الجوى الأرضى ، إلى أن يتفتت القمر نتيجة للتأثير الحرارى وقوة الهواء تماما مثلما يحدث للنيازك .

إن حيود الكرة الأرضية عن الشكل الكروى وعدم توزيع الكتلة فى داخلها توزيعا كرويا متماثلا ، يعمل على تغيير وضع مستوى مدار القمر فى الفضاء وكذلك تغيير طفيف فى شكل المدار ، لأن هذا الحيود فى شكل الأرض يتسبب فى حيود شكل مجال الجاذبية بحيث يصبح غير كروى تماما . وعجلة الجاذبية التى تؤثر على القمر الموجود على مسافة محدودة من مركز الأرض تعتمد على مكان القمر فوق سطح الأرض . وعجلة الجاذبية فوق خط الإستواء أكبر منها فوق القطب لنفس البعد عن مركز الأرض . وتتسبب فلطحة الأرض فى حدوث حركة سبق لمدار القمر وذلك فى حالة عدم تطابق أو تعامد مستوى المدار مع مستوى خط الإستواء أو عليه . فإذا ما تواجد القمر فوق أى من نصف الكرة الأرضى الشمالى أو الجنوبى ، فإن تأثير قوة جذب الحزام الإستوائى الأرضى تتسبب فى عزم دوران يحاول إدارة مستوى المدار فى مستوى خط الإستواء . وحسب نظرية المغزل فإن عزم الدوران يعمل حركة زحزحة تتمثل فى إدارة مستوى المدار حول محور ثابت فى الفضاء (السبق) ، كما أن خط الأوج والحضيض ، الذى يصل بين أوج وحضيض المدار ، يتزحزح فى مستوى المدار . وعلى ذلك يتغير العرض الجغرافى لكل من الأوج والحضيض مع مرور الزمن . ويقل تأثير هذا الإضطراب كلما زاد بعد الحضيض عن سطح الأرض .

فى حالة الأقمار صغيرة ، الكتلة وكبيرة المساحة السطحية فإن ضغط إشعاع أشعة الشمس يسبب كذلك تغيرا ملحوظا فى المدار .

تعمل كل هذه الإضطرابات على تغيير كل من طول المحور الأكبر وإرتفاع الأوج والحضيض عن سطح الأرض وكذلك الإهليجية العددية للمدار مع الزمن . كما أنه من الممكن حدوث تغييرات فى عناصر المدار عن طريق أجهزة توجيه . وفى هذه الحالة يتم إدخال قطعة مدار إيجابى فى المدار الحر .



٢ مسار ليونيك ٣ أثناء الارتفاع ومدارها فى دورتها الأولى حول الأرض . وتوضح التقسيمات مكان سفينة الفضاء فى منتصف الليل بالتوقيت العالمى . كما تدل على المكان التقريبى الذى تم منه تصوير الجانب المظلم من القمر . كما يرى على الرسم أيضا موضع القمر عندما إقتربت منه ليونيك ٣ إلى أقل مسافه .

من الممكن التفريق بين **الأقمار القريبة** ، التى تقع مداراتها كلية أو جزئيا فى الغلاف الجوى الأرضى العلوى من ناحية ومن ناحية أخرى **الأقمار البعيدة** خارج الغلاف الجوى الأرضى.فبينا تكون الإهليجية العددية لمدارات الأقمار القريبة فى الغالب صغيرة نجد أن مدارات الأقمار البعيدة متباعدة فى طولها وبالتالى فإن إهليجيتها العددية أكبر . والإضطرابات الصغيرة نتيجة جو الأرض تكاد لا تؤثر فى مدارات الأقمار البعيدة . لهذا السبب يمكن لهذه الأقمار الدوران لفترة طويلة إختيارية ، إلا أننا نلمس فيها تأثير جذب كل من الشمس والقمر ، اللذان يحدثان تغيرات فى المدار . ويوضح الشكل مثالا للتأثير الحادث فى مدار قمر صناعى عند مروره بالقمر . وفى الشكل تتضح أول دورة ونصف من دورات القمر الصناعى ليونيك ـ ٣ حول الأرض .

يحتل قمر صناعى «ثابت» على إرتفاع ٣٥٧٩٠كم من سطح الأرض ويدور حولها فى فلك دائرى ، أهمية خاصة . فدورته حول الأرض عبارة عن يوم واحد بالضبط . وإذا ما تطابق مستوى مدار القمر مع المستوى الاستوائى للأرض فإنه يبقى دائما فوق نفس البقعة من خط الاستواء . أما إذا كان مستوى المدار مائلا على المستوى الاستوائى الأرضى فإن القمر يصنع على الكرة السماوية مدارا ظاهريا على شكل الرقم 8 ، ويبقى وضع المدار فى هذه الحالة أيضا غير مستقر بالنسبة للنجوم الثوابت .

طرق الرصد : يتحدد مدار القمر الصناعى كلية بمعلومية ستة من ـــ عناصر المدار يمكن إستنتاجها من الأرصاد . وتعتمد رؤية القمر الصناعى على كل من حجمه وقدرته العاكسة وبعده عن الراصد وكذلك تباين لمعانه مع خلفية السماء العامة . وهذا التباين أصغر فى أثناء النهار عما يكفى لرؤية القمر بالوسائل المساعدة . كذلك لا يمكن رؤية القمر الصناعى أثناء الليل وذلك لوجوده فى منطقة ظل



٣ الأرصاد البصريه لقمر صناعى ممكنة فقط عندما يكون مكان الرصد B فى ظل الأرض والقمر الصناعى فوق الأفق ومضاء بأشعة الشمس . وهذا هو الحال فى القوس من A حتى E من المدار .

الأرض . اللهم إلا إذا كان القمر نفسه يرسل إشعاعا ذاتيا . أى أن الرؤية الضوئية لقمر صناعى تظل مقتصره على فترة الشفق أى فى الوقت الذى يكون فيه مكان الرصد قد بلغ الجانب المظلم للأرض بينما لا يزال القمر مضاءا بأشعة الشمس . وفى كثير من الأحيان تظهر تأرجحات فى لمعان الأقمار الصناعية تعزى لتغيير المساحة العاكسة للقمر بسبب دوران أو ترنح القمر .

علاوة على الرصد الضوئى للقمر الصناعى بمساعدة كاميرات خاصة ـ وهى كاميرات عادية ذات أفلام حساسة ومزودة بعدسات بعدها البؤرى طويل وأفلام فائقة الحساسية ـ فإنه يمكن أيضا تحديد حركة الأقمار الصناعية فى مداراتها من خلال الاشارات اللاسلكية التى تلتقطها . لهذا الغرض تقاس التغييران التى تحدث فى الذبذبة نتيجة ظاهرة دوبلر . (أثناء المرور بمحطة الرصد تتغير السرعة الخطية للقمر بالنسبة للمحطة وتبعا لها تتغير إشاراته اللاسلكية حسب ظاهرة دوبلر) . وهناك طريقة أخرى للرصد تعتمد على تحديد إختلاف التطور للإشارات اللاسلكية القادمة من القمر الصناعى وذلك بواسطة مقياس تداخل ، إنترفيرومتر ، له عديد من الهوائيات . (تختلف أزمنة مرور الإشارات اللاسلكية عند الهوائيات المختلفة نتيجة لإختلاف المسافة بين القمر

وكل من الهوائيات . ولا تصل جبال الموجة ووديانها ، أي نفس الطور من الموجة الكهرومغناطيسية ، في نفس الوقت إلى كل الهوائيات . ففي أثناء مرور القمر تبتعد المسافة باستمرار وبذلك تحدث إزاحة في الأطوار ، التي تصل في نفس الوقت إلى مكان الرصد ، بالنسبة لبعضها البعض) . وأخيرا يمكن إستعمال الأقمار الصناعية كعاكس إيجابي وقياس مسافاتها عن أماكن رصد مختلفة بواسطة أرصاد الرادار أو أشعة الليزر . ولا تعتمد الطرق غير الضوئية على الوقت من النهار ، أي أنه يمكن إجراؤها أثناء الليل وأثناء النهار ، إلا أن دقتها لا تبلغ دقة الطرق الضوئية .

تعتمد إمكانية رصد القمر الصناعي على وضعه في مداره بالنسبة لمستوى الإستواء . فالقمر الصناعي الذي يدور في المستوى الإستوائي تماما يشاهد فقط في المناطق الإستوائية . وتزداد العروض التي يمكن منها رصد القمر الصناعي كلما زاد إرتفاعه عن سطح الأرض . كما يمكن رؤية القمر الصناعي في عروض أكبر في حالة كبر ميله على مستوى الإستواء ، حتى إذا مر القمر بالقطبين ، أي إذا بلغ ميل مستوى مداره على مستوى الاستواء الأرضي ٩٠ ، فإن القمر يظهر في سمت كل نقطة على سطح الأرض .

يعتبر حساب المدار الحقيقي للقمر الصناعي ، بمعلومية المعلومات المرصودة ، بسيط نسبيا بينما الحساب المسبق للمدار على العكس من ذلك معقد جدا خصوصا إذا دارت الأقمار في مداراتها تحت تأثير إضطرابات كثيرة وشديدة (انظر بعده) .

المهام العلمية للأقمار الصناعية :ـ إن القيمة الفلكية للأقمار الصناعية تتمثل في إمكانية إجراء أرصاد خارج الغلاف الجوي الأرضي بالإضافة إلى أهميتها للميكانيكا السماوية . فخارج الغلاف الجوي الأرضي يتلاشى الإقتصار على موجات الطيف الواقعة في النطاق البصري والنطاق الراديوي ، الذي يضطرنا إليه الغلاف الجوي الأرضي . هذا بالإضافة إلى أن إضاءة السماء تقل خارج الغلاف الجوي الأرضي ، الأمر الذي ينتج عنه زيادات التباين بين الأجرام السماوية . وأخيرا فإنه يمكن من حيث المبدأ بناء أجهزة ضوئية كبيرة كبرا إختياريا نتيجة لحالة إنعدام الوزن السائدة هناك ، وبذلك يمكننا الوصول إلى قوة التفريق النظرية ، الشيء الذي لا نستطيعه بالأجهزة الأرضية الكبيرة ، بسبب عدم الإستقرار الهوائي (← المنظار) . ومن ناحية أخرى تنشأ صعوبات ضرورة نقل معلومات الرصد إلى الأرض وضرورة التوجيه الدقيق للآلات على الأجسام المراد رصدها ، وذلك إذا أردنا إستغلال قوة التفريق الزاوي الجيدة .

تكمن الأهمية الخاصة للأقمار الصناعية بالنسبة للفلك في أنه أمكن عن طريقها الوصول المباشر للأجسام الموجودة في الفضاء القريب ، مثل مادة ما بين الكواكب والقمر والمريخ والزهرة والمشتري وزحل وإجراء القياسات بل وحتى عمل التجارب هناك . من أجل ذلك يتم إدخال السفن المأهولة وغير المأهولة بالإنسان . وفي كثير من الأحيان لا تكون هذه الأقمار أرضية بالمعنى الحقيقي وإنما أقمارا صناعية للقمر أو كويكبات صناعية ، أي أنها تكون في هذه الحالة أجسام تنطلق من مدارات حول الأرض إلى مدارات حول القمر أو حول الشمس .

من فيض ما تم تنفيذه من مهام بواسطة الأقمار الصناعية حتى الآن نورد هنا بعض الأمثلة فقط : مراصد شمسية تدور حول الأرض تراقب الإشعاع الشمس في نطاق الأشعة فوق البنفسجية وأشعة رونتجن . ومما تم إكتشافه في هذا الشأن أن الإضطرابات الشمسية مصطحبة بنبضات في أشعة رونتجن . ويجري العمل في برنامج تصنيف فوق بنفسجي للنجوم وكذلك دراسات طيفية فوتومترية لكل نجم على حده . وفي فضاء ما بين الكواكب تجرى قياسات للمجال المغناطيسي وكثافة تراب ما بين الكواكب . ومن خلال الأقمار الصناعية نعرف كثافة

وسرعة الإشعاع الجسيمى القادم من الشمس ، الرياح الشمسية . وقد تم إكتشاف تجمع الأشعة الكونية فى الأحزمة الإشعاعية وكذلك تركيب طبقة الماجنيتوسفير الأرضية . كما تجرى دراسة الحالة الطبيعة لطبقات الجو العليا وخصوصا الأيونوسفير . ويمكن ، بمعونة أقمار خاصة للأرصاد الجوية ، مراقبة أحداث الطقس فى الطبقة السفلى من الغلاف الجوى الأرضى . كما أن الأقمار الصناعية المساحية تستعمل فى عمل القياسات الدقيقة لسطح الكرة الأرضية . ومن الإضطرابات المدارية للأقمار الصناعية القريبة يمكن إستنباط شكل الأرض وشكل مجال الجاذبية فى الطبقات العليا من جسم الأرض .

عرض تاريخى : كان أول إنطلاق ناجح لقمر صناعى ، سبوتنيك ١ ، فى الرابع من أكتوبر عام ١٩٥٧ من قِبَل الإتحاد السوفيتى . وبعد شهر إنطلق سبوتنيك ٢ ، الذى كان من بين حمولته كلب فى كابينته . وكان أول إطلاق لقمر أمريكى ، المستكشف ١ ، فى أول فبراير ١٩٥٨ . وأمكن إطلاق أول سفينة مأهولة لأول مرة بتاريخ ١٢ أبريل ١٩٦١ ، حيث إنطلق الميجور السوفيتى يورى جاجارين فى فوستوك ١ ودار حول الأرض فى مدة ١٠٦ دقيقة . ثم كان فى ٢٠ فبراير ١٩٦٢ أول إنطلاق أمريكى لسفينة فضاء مأهولة هى ميركورى (أو عطارد I) التى حملت ج جلين .

قمة الحديد

iron peak
pic de fer *(sm)*
Eisenspitze *(sf)*

هى النهاية العظمى عند عنصر الحديد فى منحنى ← شيوع العناصر الكيماوية .

قنطورس

Centaurus, Cen *(L)*
centaurus
centaure *(sm)*
Zentaur *(sm)*

هو إحدى كوكبات نصف الكرة الجنوبى . وتقع الأجزاء الجنوبية من هذه الكوكبة فى سكة التبانة . وأقرب نجم ثابت منا هو ← الأقرب القنطورى الذى يوجد قريبا جدا من النجم اللامع قنطورس .

قنوات المريخ

Canals of Mars
canaux de Mars *(pm)*
Marskanäle *(pm)*

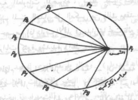
← المريخ .

قوانين كبلر

Kepler laws
lois de Kepler *(pf)*
Keplergesetze *(pn)*

هى قوانين أوجدها كبلر لشرح حركات الكواكب فى المجموعة الشمسية ، وذلك بالطريق التجريبى من أرصاد حركات الكواكب . ومن الناحية النظرية يمكن إستنباط هذه القوانين من قانون الجاذبية الذى أوجده نيوتن بعد ذلك (← الجاذبية) .

يعطى **القانون الأول لكبلر** شكل المدار : تتحرك الكواكب فى قطاعات ناقصة تحتل الشمس إحدى بؤراتها . ويعطى **قانون كبلر الثانى** بيانات عن الحركة فى المدار . فيقطع نصف القطر الواصل بين الشمس والكوكب مساحات متساوية فى الفترات الزمنية المتساوية (قاعدة المساحة) . ويدل ذلك على أن الكوكب يتحرك وهو قريب من الشمس أسرع منه وهو بعيد عنها (الشكل) . ويعطى **قانون كبلر الثالث** العلاقة بين وقت الدوران فى المدار وحجم المدار .



قانون المساحه :
الخط الواصل بين الكوكب والشمس يقطع فى أزمنة متساويه مساحات متساويه . ولذا فإن الكوكب يتحرك بالقرب من الشمس أسرع منه وهو بعيد عنها .

فالأس الثالث لنصف القطرين الكبيرين (a_1 ، a_2) لمدارى كوكبين يرتبطان مع بعضها بالعلاقة بين مربع زمن الدورة (U_1 ، U_2) للكوكبين . أى أن $\frac{U_1^2}{U_2^2} = \frac{a_1^3}{a_2^3}$. والقانون الثالث لا ينطبق تماما لأنه يأخذ فى الإعتبار قوة جذب الشمس فقط وليس الكواكب أيضا . وبصورة أدق يصبح القانون :

$$\frac{a_1^3}{a_2^3} = U_1^2(M + m_1) : U_2^2(M + m_2)$$

حيث M كتلة الشمس ، m كتلة الكوكب . وحيث أن كتلة الكوكب حتى لأكبر الكواكب ، وهو المشترى ، لا تزيد عن $\frac{m}{M} = \frac{١}{١٠٤٧}$ ، فإن القانون الثالث لكبلر فى شكله الأصلى هو تقريب جيد للقانون الجديد ولكوكب واحد فإن $\frac{a^3}{U^2(M+m)} = \frac{G}{4\pi^2}$ حيث G ثابت الجاذبية ، π النسبة التقريبية .

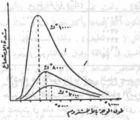
إن قوانين كبلر تصف حالة خاصة من حركة جسمين ، يقعان تحت تأثير جذبهما المتبادل فقط . أما القوانين العامة للحركة فتُدرس تحت ← مسألة الجسمين . وإذا ما أضيف جسم أو أكثر إلى الجسمين فإن ذلك يؤثر فى علاقات حركة هذين الجسمين وذلك إذا كانت كتلته (أو كتلتها) تقارن بكتلتى الجسمين الأصليين . وفى هذه الحالة لا تنطبق قوانين كبلر بنفس الدقة . وهذا هو الحال فى المجموعة الشمسية ، التى تتأثر فيها حركة الكوكب بالاضطراب الذى يحدثه كوكب آخر .

قوانين الإشعاع

radiation laws
lois du rayonnément *(pf)*
Strahlungsgesetze *(pm)*

يبعث كل جسم بإشعاع كهرومغناطيسى ، تعتمد شدته والتوزيع الطيفى لطاقته على كل من درجة الحرارة وخواص الجسم . وقد إتضح أن إشعاع جسم ما يزداد كلما إزدادت قدرته على الإمتصاص .

الإشعاع الأسود يُعَرَّف جسم ما بأنه أسود مثالى عندما يمتص هذا الجسم تماما كل ما يسقط عليه من



توزيع الطاقه فى طيف جسم أسود لدرجات حراره مختلفه . وقد تم توضيح الطول الموجى لأعلى طاقه بخط رأسى مشرط .

إشعاع . وهذا الجسم الأسود يبعث بإشعاع أكثر من أى جسم آخر على نفس درجة حرارته . ويمكن تقريب ذلك وتحقيقه عن طريق حيز كروى ، تحتفظ بدرجة حرارة جدارنه المشعة ثابتة ، ثم نشاهد إشعاعه من خلال ثقب صغير فقط فى الجدار . يسمى مثل هذا الإشعاع أسود أو **إشعاع الحيز الكروى** . فى هذه الحالة يتحدد توزيع الطاقة فى الطيف على الموجات المختلفة من **قانون بلانك** . فتزداد كثافة الطاقة فى جميع أنحاء الطيف كلما إرتفعت درجة حرارة الجسم المشع (الشكل) . ويلاحظ أن طول الموجة لأعلى طاقة λ_{max} تتزحزح بزيادة درجة الحرارة دائما ناحية الموجات الأقصر . وهذه الإزاحة ترى واضحة فى الشكل ، الذى تم عليه أيضا توضيح مكان طول الموجة لأعلى طاقة . وبتجميع طاقة الإشعاع فى كل الطيف فإننا نحصل على الطاقة الكلية للإشعاع . وهذه تعتمد فقط على درجة الحرارة T ، بحيث تزيد فى تناسب مع T^4 ، **(قانون ستيفان ـ بولتزمان)** . ويحتوى الجدول التالى كل من λ_{max} والطاقة المنبعثة من ١سم^2 فى كل ثانية فى كل الطيف وذلك لبعض درجات الحرارة :

درجة الحرارة (°ك)	(بالأنجشتروم)		قدرة الإشعاع (وات/ سم٢)
١٠٠٠	٢٩٠٠٠	(تحت الأحمر)	٥٫٨
٤٠٠٠	٧٢٠٠	(الأحمر)	١٫٥ × ١٠٣
٧٠٠٠	٤١٢٠	(البنفسجى)	١٫٤ × ١٠٤
١٠٠٠٠	٢٩٠٠	(فوق البنفسجى)	٥٫٨ × ١٠٤
١٠٠٠٠٠٠	٢٩	(نطاق رونتجن)	٥٫٨ × ١٠١٢

الإشعاع غير الأسود إذا ما نقص إشعاع جسم ما فى جميع مناطق الطيف بنسبة ما عن الإشعاع الأسود فإننا نتحدث فى هذه الحالة عن الإشعاع الرمادى . أى أن الجسم ذو الإشعاع الرمادى له لمعان كلى أصغر من ، ولكن نفس اللون مثل ، الجسم ذى الإشعاع الأسود الذى يتساوى معه فى درجة الحرارة . أما إذا كانت الطاقة المنبعثة مختلفة فى درجة نقصانها فى الموجات المختلفة عن الإشعاع الأسود فإن الجسم يكون عبارة عن مُشع إنتخابى .

لما كانت كل الأشعة يتم إمتصاصها فى المادة الكثيفة جدا داخل النجوم بعد مسافة قصيرة ، فإنه يمكن إعتبار داخل النجوم كأجسام سوداء . أما الطبقات الخارجية ، التى يأتينا منها الإشعاع مباشرة فهى على خلاف ذلك تشع بطريقة إنتخابية مثلا يتضح على سبيل المثال من خطوط الإمتصاص العريضة جدا . ونجد احدى حالات الإشعاع الانتخابى المتطرفة فيا ينبعث من السدم الغازية ، التى تُشع فى النطاق البصرى من الطيف فى قليل من خطوط الإنبعاث فقط .

القوس النهارى

diurnal arc
arc diurne *(sm)*
Tagbogen *(sm)*

هو القوس الدائرى الواقع فوق الأفق من مدار جرم سماوى ، والذى يصنعه هذا الجُرم أثناء الحركة اليومية الظاهرية (الشكل ، ← حركات الأجرام السماوية) .

القوة

force
force *(sf)*
Kraft *(sf)*

هى التأثير الذى يؤدى إلى تغيير كمية حركة جسم ما عندما يكون طليق الحركة . وكمية الحركة هى عبارة عن حاصل ضرب الكتلة فى السرعة . ولما كانت الكتلة فى الغالب غير متغيرة فإن كمية الحركة تتغير تبعا لتغير السرعة : ← القوة = الكتلة × العجلة .

(لا تنطبق هذه العلاقة فى حالة السرعات الكبيرة التى يمكن مقارنتها بسرعة الضوء ، حيث لا يمكن فى مثل هذه الحالة إعتبار الكتلة ثابتة ، حسب ← النظرية النسبية) . تعتبر القوى المهمة فى المجالات الفلكية هى تلك التى تأتى من جذب المادة (← الجاذبية) . وحدة القوة هى النيوتن ، أى أن النيوتن هو القوة التى تعمل على إكساب كتلة قدرها واحد كجم عجله قدرها ١ م/ث٢ . ويسمى الجزء من مائة ألف من النيوتن بالداين : ١ داين = ١٠-٥ نيوتن = ١ جم سم/ث٢ .

قوة الإشعاع

luminosity
luminosité *(sf)*
Leuchtkraft *(sf)*

هى الطاقة التى يشعها نجم ما فى كل ثانية وتقاس بالإرج . وبدلا من قوة الإشعاع يستخدم فى كثير من الأحيان مكافئها اللمعات البولومترى المطلق M_{bol} . والنجم الذى له M_{bol} = صفر قدر ، يشع فى الثانية الواحدة ٢٫٧٢ × ١٠٣٥ إرج . وعلى أساس العلاقة بين شدة الإشعاع ولمعان نجم ما (← اللمعان) فإنه هناك علاقة بين قوة الإشعاع L واللمعان البولومترى المطلق هى :

$$L = 2.72 \times 10^{35 - 0.4 M_{bol}}$$

حيث تقاس L بالإرج/ث واللمعان البولومترى بالأقدار ، وبمعونة هذه المعادلة يمكن حساب L عندما نعرف اللمعان الحقيقى البولومترى النجم ما .

أما اللمعان الحقيقى لنجم ما فيمكن إستنتاجه من أرصاد اللمعان الظاهرى m عندما نعلم مسافة النجم r (مقاسه بالبارسك) عن الأرض من أرصاد أخرى منفصلة ، لأن : $M = m + 5 - 5 \log r$

ولابد عند تطبيق هذه المعادلة من تدارك أن الإستبعاد الحادث من مادة ما بين النجوم صغير لدرجة يمكن إهماله أو أن تأثيره على اللمعان الظاهرى معروف . وعلى ذلك فإنه ليس من السهل إستخراج اللمعان الحقيقى البولومترى ، لأن ما يدخل فى المعادلة من لمعان ظاهرى يقاس إما فى النطاق البصرى أو الفوتوغرافى أو الكهروضوئى فقط . لذلك يلزم ، على سبيل المثال ، إدخال تصحيح بولومترى على اللمعان الحقيقى (← اللمعان) كى نحصل منه على اللمعان الحقيقى البولومترى .

وبدون معرفة البعد عن الأرض يمكن أيضا تحديد قوة الاشعاع لنجم ما على أساس **معيار قوة الإشعاع** من طيف ذلك النجم ، إذ أنه لنفس درجة الحرارة الفعالة فإن النجوم ذات الأقطار الكبيرة لها القوة الإشعاعية الكبيرة لأن لها سطح أكبر مشع . هذا من ناحيه ومن ناحية أخرى فإن شدة الخطوط الطيفية تتغير مع ثبات درجة الحرارة حسب قطر النجم ، إذ أنه كلما كبر القطر تقل قيمة عجلة الجاذبية ، ويتبع ذلك قلة الضغط فى غلاف النجم وزيادة درجة التأين ، الأمر الذى يؤثر على شدة بعض الخطوط الطيفية . وكمعيار لقوة الإشعاع تستخدم النسبة بين شدة خطوط طيفية محددة وحساسة لتغيير الضغط ، على أن يتم معايرة هذه الطريقة على نجوم تم تحديد قوة إشعاعها بطرق أخرى . ويمكن بذلك الحصول على قوة إشعاع النجم بخطأ ± ٠٫٥ قدرا . ويمكننا فقط تطبيق هذه الطريقة على النجوم اللامعه التى يمكن تفريق طيفها بدرجة كافية . ويستخدم معيار قوة الإشعاع هذا أيضا لتحديد ← نوع قوة الاشعاع . كذلك يمكن إستنتاج قوة الإشعاع من إتساع الخط الطيفى للنجم ؛ فالخطوط الطيفية الناشئة تحت ضغط عال ــ وتحت نفس الظروف الطبيعية الأخرى ــ تكون أكثر إتساعا وأكثر خفوتا عنها فى حالة ضغط أقل (← الطيف) . ولهذا السبب فإن الخطوط أضيق فى العمالقة وفوق العمالقة من النجوم نتيجة لإنخفاض الضغط فى غلافها الجوى عن الخطوط المماثلة فى نجوم التتابع الرئيسى ، التى يسود فى جوها ضغط عال .

وهناك طريقة أخرى لتحديد قوة إشعاع نجم ما بدون معرفة بعده عن الأرض تعتمد على قياس نصف القطر R ودرجة الحرارة الفعاله T_e للنجم . ويمكن معرفة درجة الحرارة الفعاله للنجم إذا عرفنا طيفه . أما أنصاف الأقطار فيمكن تعيينها لقليل من النجوم بالدقة المطلوبة . ولهذا فإن هذه الطريقة تقتصر على هذا القليل من النجوم . وإذا ما تم تعيين نصف قطر النجم بوحدة نصف قطر الشمس ، فإننا نحصل على قوة الاشعاع بوحدة قوة إشعاع الشمس حسب العلاقة

$$L = R^2 \left(\frac{Te}{5785}\right)^4$$

حيث ٥٧٨٥ ك هى درجة الحرارة الفعالة للشمس . وكلما زاد نصف القطر وكلما إرتفعت درجة الحرارة الفعلية فإن قوة الاشعاع تزداد .

إن قوة إشعاع النجوم كل بذاته متباينة جدا . ففوق العمالقة لها أكبر قوة إشعاع وذلك بسبب كبر مساحة سطحها ؛ ويمكن أن تبلغ ١٠٠ ٠٠٠ مرة قدر قوة إشعاع الشمس البالغ $٣٫٩ \times ١٠^{٣٣}$ إرج/ث = $٣٫٩ \times ١٠^{٢٣}$ كيلووات . وأكبر قوة إشعاع معروفة لنجم حتى الآن هى للنجم HD33579 ، وهو أحد النجوم فى سحابة مجلان الكبيرة وقوة إشعاعه ٥×١٠^{٦} قدر قوة إشعاع الشمس . وأقل قوة إشعاع معروفة لنجم حتى الآن هى للنجم Wolf 1055 (= Ross 652) وهو العنصر الأخفت فى مزدوج نجومى ، ويبلغ قوة إشعاعه $٦٫٦ \times ١٠^{٥}$ قدر قوة إشعاع الشمس . ومن المؤكد أن هناك نجوما ذات قوة إشعاع أقل من ذلك الا أن إحتمال إكتشافها صغيرا جدا نظرا لقلة لمعانها الظاهرى .

قوة التثاقل

gravity
pesanteur *(sf)*
Schwerkraft *(sf)*

هى تلك القوة المؤثرة بفعل جذب كتلة الأرض على جسم فوق سطحها ، و ← الجاذبية هى حالة خاصه من قوة التثاقل . ويستعمل هذا الإصطلاح فى المعنى المجازى لأى قوة تنشأ بفعل الجاذبيه ل جذب النجوم أو الكواكب .

قوة التحليل

dispersion
dispersion *(sf)*
Dispersion *(sf)*

هى عبارة عن مقياس لقدره فصل منظار أو أحدى ← الأجهزة الفلكيه الراديويه أو ← مطياف .

القوة الطاردة

repulsive froce
force de répulsion *(sf)*
Repulsivkraft *(sf)*

هى القوة المؤثرة على غازات ← مذنب ، والتى تعمل على ضغط الجزئيات المنبعثة من رأسه فى إتجاه مضاد لإتجاه جذب الشمس ، بحيث ينشأ الذيل على الناحية من المذنب غير المقابلة للشمس . وينشأ جزء من القوة الطاردة بفعل ضغط الإشعاع بينا الجزء الآخر ناشىء من الإشعاع الجسيمى الشمسى .

القوس (والرامى)

Sagittarius, Sgr. *(L)*
archer
Sagittaire *(sm)*
Shütze *(sm)*

هو أحد البروج ويرمز بالرمز ♐ ، وينتمى إلى دائرة الحيوانات ويوجد فى نصف الكرة الجنوبى يشاهد هذا البرج فى ليالى الصيف . وفى البرج تمر سكة التبانة بما فيها من سدم مجرية لامعة وسحب داكنة ، كما يوجد به أيضا عديد من الحشود النجومية علاوة على المنبع الراديوى ، **القوس - A** . وتعبر الشمس فى خلال حركتها السنوية الظاهرية هذا البرج تقريبا من منتصف ديسمبر حتى النصف الثانى من يناير .

قياسات جوتنجن الإشعاعية

Göttenger Aktinometrie *(sf)*

هى ← المصنف النجومى الذى عمله كارل شوارتز شيلد .

القياسات السماوية

uranometry
uranometrie *(sf)*
Uranometrie *(sf)*

هى عنوان للعديد من الخرائط النجومية القديمة .

قياسات الاشعاع

actinometry
actinométrie *(sf)*
Aktinometrie *(sf)*

هى قياسات إشعاع نجم . وقياسات جوتنجن هى عبارة عن ← مصنف نجومى يحتوى على لمعان النجوم . ومقياس الاشعاع هو عبارة عن جهاز لقياس الإشعاع ، على سبيل المثال قياس ← الثابت الشمسى .

قياسات الضوء

photometry
photométrie *(sf)*
Photometrie *(sf)*

← الفوتومترى .

القياسات الضوئية الفلكية

astronomical photometry
photométrie astronomique *(sf)*
Astrophotometrie *(sf)*

← الفوتومترى .

القياسات الضوئية فى ثلاثة ألوان

three color photometry
photométrie à trois couleures *(sf)*
Dreifarbphotometrie *(sf)*

← فوتومترى متعدد الألوان يقاس فيه لمعان النجم فى ثلاثة مناطق طيفية .

القياسات الضوئية الطيفية

spectral photometry
spectrophotométrie *(sf)*
Spektralphotometrie *(sf)*

هى طريقة لتعيين توزيع اللمعان فى الطيف ، ← الفوتومترى .

القياسات الفلكية

astrometry
astrométrie *(sf)*
Astrometrie *(sf)*

(الأسترومترى) هى إحدى فروع علم الفلك ،

وتهتم بقياسات الأجرام السماوية بإعتبارها نقطية الشكل . كما يهتم فرع القياسات الفلكية بدراسة العوامل التى تؤدى إلى تغيير ظاهر فى مواقع الأجرام السماوية على الكرة السماوية . وبالاضافة إلى هذا تهتم القياسات الفلكية بنظرية الآلات المستخدمة فى تحديد مواقع النجوم وكذلك بطرق تقييم نتائج القياسات فى الأغراض الفلكية العديدة . ولا تدخل فى نطاق الأسترومترى تلك القياسات التى تعتبر فيها الأجرام السماوية كجسم طبيعى أى القياسات التى تقع فى نطاق الفيزياء الفلكية . ولما كان تحديد مواقع الأجرام السماوية على الكرة السماوية من إختصاص علم الهيئة فإنه يطلق عليه أحيانا إسمى **فلك المواقع** أو **الفلك الكروى** .

يتم قياس مواقع الجرم السماوى حسب نظام معين من الإحداثيات الفلكية . وهناك زحزحات تحدث فى مثل هذا النظام الإحداثى نتيجة كل من السبق والكبو . وتوالى حدوث هذا التغيير يوجب البحث عن ← نظام الإحداثيات الثابت . وبالإضافة إلى ذلك فإن الوضع الظاهرى للجرم السماوى على الكرة السماوية يتغير نتيجة عوامل مختلفة أخرى هى بالتحديد الزيغ الضوئى وإختلاف المنظر . لهذا فإن من واجبات الأسترومترى أيضا تعيين هذه المؤثرات .

يمكن عن طريق المقارنة بين أوضاع نجم ما على نفس النظام الاحداثى فى أزمنة متباعدة تحديد التغيير المطلق فى وضع النجم على الكرة السماوية أى حركة النجم الذاتية . والحركة الذاتية مع السرعة الخطية ، التى يمكن تعيينها من دراسات الفيزياء الفلكية تمثلان أساس دراسة الحركات فى المجرة . والتغيير المقاس فى مواقع الكواكب وأقمارها وكذلك فى مواقع الكويكبات والمذنبات هو المنطلق لتحديد مدار هذه الأجسام السماوية . كذلك فإنه يمكن تعيين مدارات النجوم المزدوجة بمعلومية التغيير فى المواقع . ينتج عن حركة المشاهد ، نتيجة دوران الأرض حول نفسها أو دورانها فى مدارها حول الشمس ، تغيير ظاهرى فى مواقع الأجرام السماوية ، يسمى بحركة إختلاف المنظر ، التى يقوم بتعيينها الأسترومترى كذلك ؛ وتمثل حركة إختلاف المنظر الأساس لتحديد المسافات الفلكية ، كما يحتل ، فى هذا المجال ، إختلاف المنظر الشمسى أهمية خاصة . ومن واجبات القياسات الفلكية علاوة على ما ذكر أسس تحديد المواقع الجغرافية وكذلك التحديد الفلكى للزمن .

قيثارة السلياق

Wega *(A)*

هى نجم ← النسر الواقع .

قيطس

Cetus, Cet *(L)*
Sea monster, Whale
baleine *(sf)*
Wahlfisth *(sm)*

كوكبة متباعدة الأطراف من كوكبات المنطقة الإستوائية ، ترى فى ليالى الخريف والشتاء . والنجم o فى هذه الكوكبة معروف بإسم ← الأعجوبة أو أعجوبة قيطس ، وهو نجم متغير يعتبر نمطا للمجموعة من المتغيرات المسماه بإسم ← نجوم الأعجوبة .

قيفاوس

Cepheus, Cep *(L)*
cepheus
céphée *(sm)*
cepheus *(sm)*

إحدى كوكبات نصف الكرة الشمالى ، التى تبقى معظمها دائما فوق الأفق فى خطوط عرضنا . ويصل قيفاوس بأجزاءه الجنوبية إلى داخل الطريق اللبنى . ويسمى ألمع نجم فيه (α) ← الدبران . والنجم δ (دلتا) قيفاوى نجم متغير ويعتبر نمطا لمجموعة من المتغيرات هى ← نجوم دلتا قيفاوى . وهذا النجم عبارة عن مزدوج مرافقه على بعد ٤١ً . ويمكن رؤية هذا المرافق بواسطة مرقب متوسط . كما أن النجم μ متغير أيضا ويسمى حسب لونه ← نجم الجرانيت .

قيفاويات

Cepheids
cepheids
cepheiden

مثل ← نجوم دلتا قيفاوى .

(ك)

كاثيوبيا
cassiopia, Cas *(L)*
cassiopea
cassiopée *(sf)*
Kassiopia *(sf)*

هى كوكبة ← ذات الكرسى .

الكأس
cup
coupe *(sf)*
Becher *(sm)*

هو كوكبة ← الباطية .

كابتين
Kaptayn

هو يعقوب كورنيليوس كابتين الفلكى الهولندى المولود بتاريخ ١٩ يناير ١٨٥١ فى بارنيفلد والمتوفى بتاريخ ١٨ يونيو ١٩٢٢ فى أمستردام . وقد عمل كابتين فى كل من ليدن وجرونتجن ، كما إشتغل بالفوتومترى والحركة الذاتية للنجوم والإحصاء النجمى وتركيب مجرة سكة التبانة . وإنتقل فى أبحاثه الاحصائية النجمية من الطريقة التحليلية إلى الطريقة العددية (← نسق كابتين) ، وشرع نظام المساحات المختارة التى تسمى أيضا ← حقول كابتين . وقد أصدر كابتين مصنفا كبيرا يحتوى على لمعان النجوم فى نصف الكرة الجنوبى .

كاستور
castor
castor
Kastor *(sm)*

هو النجم المعروف بإسم ← نير التوأمين أو رأس أفلون المبسوطة .

كاسينى
Cassini

هو جيوفانى دومينكو كاسينى الفلكى الفرنسى المولود بتاريخ ٨ يونيو ١٦٢٥ فى باريناللدو بجوار نيزا والمتوفى بتاريخ ١٤ سبتمبر ١٧١٢ فى باريس ، كان فى عام ١٦٥٠ أستاذا فى بولونيا ، ومنذ عام ١٦٦٩ مديرا لمرصد باريس تحت الانشاء ثم أصبح مديرة بعد ذلك . وولده جاكس كاسينى (١٦٧٧ ـ ١٧٥٦) وحفيده فرانسواز كاسينى وإبن حفيده جاكس دومينكو كاسينى (١٧٤٨ ـ ١٨٤٥) . وقد كان كاسينى فلكى ناجح . ومن بين إكتشافاته دوران المشترى وحلقات زحل التى سميت بإسمه وكذلك أربعة من أقمار زحل ، ← فاصل كاسينى .

كاليسو
Kalisto

أحد ← توابع المشترى .

كانت
Kant

هو الفيلسوف عما نويل كانت المولود بتاريخ ٢٢ إبريل ١٧٢٤ فى كونجزبرج والمتوفى بتاريخ ١٢ فبراير ١٨٠٤ فى نفس البلدة . ومن أعماله ذات الأهمية الفلكية «التاريخ العام للطبيعة ونظرية الكون» عام ١٧٥٥ . وفى هذا الكتاب أرسى كانت أسس نظرية وجود النجوم فى مجموعات نجومية متباعدة عن بعضها فى الكون ومتشابهة . وقد سبق بذلك كانت نتائج الإحصاء النجمى . وفى نفس الكتاب توجد نظرية عن نشأة المجموعة الشمسية ، تعتبر كبداية للكسموجونى العلمى ، فما إحتوته من إفتراضات من حيث نشأة المجموعة الشمسية من سديم أولى غير منتظم لا يزال حتى الآن من أسس النظرية الكسموجونية .

كانوبوس
Canopus
canopus
Kanopus *(sm)*

هو النجم ← سُهيل .

كبلر
Kepler

هو يوحنا كبلر الفلكى المولود بتاريخ ٢٧ ديسمبر

١٥٧١ بإحدى ضواحى مدينة (فيرت) والمتوفى بتاريخ ١٥ نوفمبر ١٦٣٠ بمدينة «ريجنس برج». وقد ترعرع كبلر فى ظروف غير سارة، إلا أن نبوغه كان واضحا بحيث أرسله مُربيه إلى مدرسة معبد. وفى السابعة ذهب كبلر مدرسة البروتستانت الدينية الخيرية فى «تيبنجن» كى يصبح قسيسا، فحصل هنا، على شهادتها فى عام ١٥٩١. وفى الحقيقة فإن كبلر قد إهتم برغبة كبيرة بدراسة الرياضة والفلك وكان أستاذه فيها «ماشيلين»، الذى حمّس كبلر لتعاليم كوبرنيكوس. وفى عام ١٥٩٤ سافر كبلر إلى جراتز ليعمل بها معلما للرياضة. وهناك كتب أول بحث له عن «أسرار الكون»، حاول فيه إيجاد العلاقة بين المدارات الدائرية للكواكب الموجودة فى تعاليم كوبرنيكوس وبين الخمس أجسام (البلاتونية) المنتظمة فى الهندسة، وبالتالى إيضاح تعاليمه الجديدة. وعلى سبيل المثال أصبح من الممكن إعطاء مدار المريخ بالبحث فى المدار الذى يغلف مدار بيضاويا للأرض حول الشمس بدلا من المدار الدائرى المعروف. إلا أن كبلر أدرك بسرعة أن مثل هذه التوقعات لا تتفق مع الأرصاد. وعلى الرغم من ذلك حظى كبلر عن طريق بحثه هذا على كثيرا من العرفان، وكذلك من جاليليو وعلى وجه الخصوص من تيكو براهى، الذى أوصى بالتمسك بالأرصاد. وبسبب إضطهاد البروتستانت إضطر كبلر إلى أن يترك جراتز، وقبل عرض تيكو براهى للعمل معه. وعلى ذلك سافر كبلر إلى براغ عام ١٦٠٠ وأصبح فيها عام ١٦٠١ خليفة لبراهى بعد وفاته فى وظيفة الرياضى القيصرى. ومن هنا حصل كبلر على أرصاد تيكو براهى وبدأ مباشرة فى تحليلها. وبدأ أولا بمحاولة إيجاد توافق بينها وبين تعاليم كوبرنيكوس إلا أنه لم يتمكن من ذلك. وبعد حسابات إستمرت سنين طويلة وجد أخيرا، أنه يمكن إيجاد تطابق مع الأرصاد عندمانفترض أن الكواكب تتحرك فى قطاعات ناقصة حول الشمس وأن الخط الواصل بين الشمس والكواكب يقطع مساحات متساوية فى فترات زمنية متساوية. وهذا هو محتوى القانونين الأول والثانى المسميان حتى الآن بإسم كبلر والذى قام بنشرهما عام ١٦٠٩ فى مجلة «الأسترونوميا نوفا» أو الفلك الجديد. وبذلك أزال كبلر النقص فى نظرية كوبرنيكوس للكواكب وساعد فى الإعتراف بنظرية مركزية الشمس. بجانب هذا إهتم كبلر منذ عام ١٦٠٤ بالبصريات. ظهر ذلك فى كتابه «أو فيتاليونم باراليبوميننا» وعلى وجه الخصوص فى كتابه «ديو بتريسى» الذى صدر فى عام ١٦١١. وفى هذا الكتاب فسر كبلر نظرية المنظار الذى عرف بإسمه. كما قام بتصميم المنظار الفلكى أو تلسكوب كبلر. وفى عام ١٦٠٤ رصد كبلر نوفا فى كوكبة الحوّيه، وهذه إحدى ثلاث نوفا ظهرت فى الطريق اللبنى وتعرف عن طريق مشاهدة إشعاعها.

ساءت ظروف حياة كبلر المادية أكثر وأكثر أثناء صعوده مجده. فقد كان مرتبه يعطى له فى أجزاء بسيطة، ولذلك عمل على الحصول على نفقات حياته من إصدار التقويم وعمل الهوروسكوب ولو أنه كان ينوه دائما بعدم جدواها. وفى عام ١٦١٢ قبل كبلر العمل فى وظيفة بمعهد «لنز» بعد وفاة القيصر رودولف الثانى. وهناك واصل العمل فى جداوله الكوكبية، التى ظهرت فى عام ١٦٢٧ بإسم «الجداول الرودولفينية». وقد إستعمل فى حساباته أرصاد براهى وما أوجده من قوانين لحركة الكواكب. وبذلك حصل كبلر على دقة عالية أدت لأن تظل هذه الجداول أساسا لأرصاد الكواكب حتى منتصف القرن الثامن عشر. وفى نفس الوقت تناول كتابه الأول وحاول دراسة تكوين المجموعة الشمسية وذلك بإعداد نظرية مبسطة. وكنتيجة لذلك ظهر فى عام ١٦١٩ كتابه «هارمونيكس موندى» الذى نشر فيه قانونه الثالث. وظلت متاعب كبلر المادية والعائلية كما هى، بحيث كان عليه أن يقاسى من الحرب حيث توفى أطفاله ورفعت

دعوى على والدته بالسحر . وبسبب ديون سحبها كبلر مسبقا فقد أوصى به القيصر إلى فالشتين فسافر إليه فى عام ١٦٢٨ إلى ساجان (حاليا زاجان) . ووعده فالشتاين بالمساعدة ، إلا أنه لم يدفع له شيئا . بعد ذلك سافر كبلر فى عام ١٦٣٠ إلى ريجنزبورج حيث مجلس فالشتين ليحصل منه على شىء ، ويدون أن يحصل على شىء توفى على أثر الرحلة .

ومن أعمال كبلر الأساسية أسرار الكون ١٥٩٦ ثم فى عام ١٦٠٤ إضافات فى البصريات وفى عام ١٦٠٩ الفلك الحديث وفى عام ١٦١١ الدايبتور وفى عام ١٦١٩ توافق الكون وفى عام ١٦٢٧ الجداول الرودولفينية .

الكبو

wutation
nutation *(sf)*
nutation *(sf)*

← السبق .

الكتلة

mass
masse *(sf)*
Masse *(sf)*

هى خاصية المادة التى تميزها فى وجود مجال جاذبية أو تغيير فى السرعة . ولكل جسم قصور ذاتى ، أى أنه لابد أن يتأثر بقوة K كى يتغير سرعته . وهذه القوة تتناسب مع العجلة b الناتجة ومع كمية أخرى تسمى **الكتلة الحاملة** m_t ؛ حيث $K = m_t x b$.وعلاوة على ذلك فإن كل جسم له كتله يتأثر بقوة وخصوصا فى مجال جاذبية الأرض . ويتم تمييز هذه القوة بأنها وزن الجسم . فالوزن G يتناسب مع عجلة الجاذبية g ، ذات القيمة الثابتة وكمية أخرى يطلق عليها **كتلة تثاقل** الجسم ؛ $G = m_g \times g$ =. وتعمل قوة الجذب m_g على أن يسرع الجسم بسرعة السقوط الحر إلى الأرض بحيث تكون العجلة (على حسب المعادلة الأولى) : $b = \frac{m_g \cdot g}{m_t}$. وقد إتضح أنه فى وجود أى قوة فإن جميع الأجسام تسقط بنفس العجلة . أى أن b ثابتة . وعلى ذلك لابد أن تكون النسبة m_t / m_g ثابتة لجميع الأجسام، لأن g ثابته فى المكان الواحد . وتتناسب الكتله الحامله فى جسم ما مع كتلة تثاقله ، ولذلك فإننا لا نحتاج إلى التمييز بينهما بل يمكن أن نضع $m_g = m_t$ ونتحدث فقط عن m .وقد إستطاعت نظرية النسبية إثبات تساوى الكتلة الحامله مع كتلة التثاقل . والوحدة الأساسية للكتلة هى الكيلوجرام ، وتختصر كجم (وتقاس قوى وموازين بالكيلو بوند أى الألف رطل) .

أدت نظرية النسبية الخاصة إلى تغييرات كبيرة أيضا فى فكرتنا عن الكتلة . فقد أوضحت النظرية أن الكتلة m مكافئة للطاقة E خلال العلاقة : $E = mc^2$ ، حيث C سرعة الضوء . وفى العمليات الأولية مثل بناء الأزواج أو التحلل الضوئى أو فى حالة قصور الكتلة يتضح أنه تبعا لهذه العلاقة فإن الكتلة تتحول إلى طاقة وكذلك فإن العكس ممكن . علاوة على هذا فإنه تبعا لنظرية النسبية لم تعد الكتلة قيمة ثابتة وإنما تزداد بزيادة سرعة الجسم v تبعا للعلاقة :

$$m = m_0 \Big/ \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

حيث c سرعة الضوء ، m_0 كتلة الجسم فى حالة الثبات .

كتل النجوم

stellar masses
masses stellaires *(pf)*
Masse der sterne *(sf)*

يمكن تعيين الكتل إذا أمكن رصد تأثير جذبها . الأمر الذى يمكننا إجراؤه بالنسبه للنجوم المزدوجه ، التى يتحرك فيها عنصرى المجموعه حول مركز الثقل المشترك وكذلك فى حالة النجوم الفرديه يشاهد فى طيفها تأثير دوبلر حسب نظرية النسبيه .

(١) إذا رمزنا لنصف القطر الأكبر لمدار التابع النسبى فى حالة نجم مزدوج بالرمز a (بالوحده الفلكيه) ، وإلى زمن الدوره حول النجم الرئيسى بالرمز P

(بالسنين)، وإلى كتلة النجمين بالرمزين M_1، M_2 (بوحدات كتلة الشمس)، فإننا نحصل تبعا لقانون كبلر الثالث على العلاقه:

$M_1 + M_2 = \frac{a^3}{P^2}$، وإذا ما عرفنا كل من زمن الدوره ونصف القطر بالوحدات الطوليه فإنه يمكننا الحصول على مجموع الكتلتين. وفى حالة المزدوجات المرئيه يمكننا فقط تعيين نصف القطر الأكبر للنجم التابع حول النجم الرئيسى بالوحدات الزاويه، أى بالثوانى القوسيه، إلا إذا كان بعد النجم عنا معروفا فإنه يمكنا فى هذه الحاله إستنتاج a بالوحدات الطوليه. ولما كان نصف القطر الأكبر يدخل بالأس الثالث فى المعادله السابقه، فإن الأخطاء الصغيره فى تحديد نصف قطر المدار تؤثر بدرجة كبيره فى تعيين الكتل.

ويمكننا الحصول على معلومات دقيقه عن كتل النجوم بواسطة المزدوجات القريبه من الشمس، حيث أن الأخطاء فى تحديد المسافه تكون فى هذه الحاله أقل ما يمكن. وبدون معرفة البعد يمكننا معرفة مجموع كتلتى المجموعه عندما نستطيع تحديد سرعة التابع فى مداره من الدراسات الطيفيه. ومن كل من السرعه المداريه وطول الدوره نستنتج طول المدار، وتبعا لذلك طول نصف القطر الأكبر بالوحدات الطوليه. ومن الملاحظ أن ذلك ممكن فقط بالنسبه لعدد قليل من النجوم.

نستطيع الحصول على كتلة كل نجم على حده إذا كان من الممكن تحديد مدار كل منهما على حده حول مركز الثقل المشترك. وفى هذه الحاله، إذا رمزنا إلى نصف القطر الأكبر للنجمين بالرمزين a_1، a_2 فإن: $\frac{M_1}{M_2} = \frac{a_2}{a_1}$ ومن هذه العلاقه والعلاقه السابقه يمكن حساب كتلة كل من النجمين. وعدد النجوم المزدوجه البصرية التى نعرف كتل نجميها بهذه الطريقه صغير جدا ويبلغ حوالى ٤٠ مجموعه فقط.

فى حالة المزدوجات الطيفيه لا يمكن رصد نصف القطر الأكبر مباشره، وإنما مسقطه على المستوى الماس على الكره السماويه. ويعتمد هذا المسقط على درجة الميل على المستوى الماس. ولما كان من غير الممكن تحديد هذا الميل مباشرة، لذلك لا يمكن تحديد الكتله صافيه وإنما مضروبه فى عامل معين يدخل فيه الميل الغير معروف للمدار بالنسبه للمستوى الماس. أما فى حالة المزدوجات الطيفيه التى يمكن قياس طيف كل منها، وبالتالى فإن حركته معروفه فإن العلاقه بين الكتلتين هى:

$\frac{M_1}{M_2} = \frac{a_2}{a_1}$ ويمكن إستخراجها بدون ما حاجه إلى معرفة الميل، لأن نفس المعامل الغير معروف يدخل فى كل من a_1, a_2، إلا أن قيمة كل كتله على حده مرتبطه بالمعامل المجهول. وإذا كان ميل المدار كبير جدا بحيث يكون المزدوج الطيفى أيضا متغيرا كسوفيا فإنه يمكن تعيين الميل من المنحنى الضوئى، وبذلك يمكن تحديد كل من الكتلتين بدقة كبيره، وهذا ممكن حتى الآن فقط بالنسبه لعشرين مزدوجا.

إنه بإفتراض أن ميل المدار فى الكون ليس له قيما تفضيليه، فإنه يمكن أخذ قيمه متوسطه له. وتبعا لذلك نحصل على قيمة متوسطه لطول القطر الأكبر وبالتالى قيمة متوسطه لكتل النجوم. بهذه الطريقه نسقط من حسابنا إحتمالات وجود نجوم مختلفه الكتل، إلا اننا نحصل على كتلة غالبية النجوم، الشئ الذى يكفى للأغراض الاحصائيه.

(٢) تعتمد إمكانية تعيين كتل النجوم المنفرده على حدوث إزاحة حمراء لطيف النجم فى مجال جاذبيه. وتبعا لنظرية النسبيه العامه فإن كل طاقه معادلة لكتله. وعند مغادرة النجم فإن الفوتونات الضوئيه لابد أن تبذل شغل ضد جاذبية النجم. وبذلك فإن هذه الفوتونات تفقد طاقه تؤدى إلى إزاحه فى الخطوط الطيفيه ناحية الطول الموجى الأكبر تظهر على شكل إزاحة حمراء فى الطيف. وإذا رمزنا بالرمز $\Delta\lambda$ إلى الإزاحه فى طول الموجه فإن القيمة $\frac{\Delta\lambda}{\lambda}$ تتناسب مع $\frac{M}{R}$: على إعتبار M الكتله، R نصف قطر النجم. أى أنه يمكن تحديد كتلة

النجوم المعروف نصف قطرها بمساعدة الإزاحه الحمراء $\Delta\lambda$. لكن الإزاحه الحمراء النسبيه لا يمكن فصلها بسهولة عن الإزاحات أو الإتساعات الخطيه الناشئه من عوامل أخرى، على سبيل المثال إتساع الخطوط نتيجة الاضطرابات فى أجواء النجوم أو الإتساعات الخطيه نتيجة للضغط العالى. ويمكن عمل هذا الفصل فقط فى حالة النجوم ذات نصف القطر الصغير، أى تقريبا الأقزام البيضاء أو النجوم ذات الكتل الكبيره، لأن الإزاحه الحمراء النسبيه تكون كبيره فى هاتين الحالتين. وقد حسب «تْرمبلر» فى حالة النوع الأخير كتل للنجوم تصل بين ٥٧ إلى ٤٠٠ مره قدر كتله الشمس، وإن كان من غير المحتمل صحة هذه القيم.

بصرف النظر عن هذه القيم الترمبليره، فاننا نجد الإختلاف فى الكتل الفرديه للنجوم بسيط نسبيا. وأقل كتلة وجدت حتى الأن هى للنجم Luyten 626 - 8B حيث تقدر كتلته بحوالى ٠٫٠٤ فقط من كتلة الشمس. (التابع الغيرمرئى، نجم السهم، له كتله أقل من ذلك إلا أنه لا يمكن القول بأنه نجم وإنما جسم شبيه بالكواكب) وحسب جميع الإحتمالات فإن هذا ليس الحد الأدنى لكتل النجوم، فمن المؤكد أن هناك كتل تصل بين كتل النجوم وكتل الكواكب. وللنجوم صغيرة الكتله قوه إشعاعيه بسيطه بحيث أنها ترى فقط بصعوبه. والحد الأكبر للكتله، تبعا للدراسات النظريه، يبلغ حوالى ٦٠ مره قدر كتلة الشمس. أما النجوم الأكبر كتلة من ذلك فيحتمل أن تحدث فيها نبضات تفضى بكتل منها. أى أن ما وجده «ترمبلر» من قيم لا يتفق مع الحدود النظريه، ويحتمل أن يكون هناك خطأ فى الإستنتاج من الأرصاد. والعلاقه بين الكتله والنوع الطيفى فى جدول ← أبعاد الحاله. كذلك توجد علاقه بين الكتله وقوة إشعاع النجوم، ← الكتله - واللمعان.

الكتله واللمعان

mass luminosity
masse *(sf)* - luminosité *(sf)*
Masse *(sf)* - Hilligkeit *(sf)*

← العلاقه بين الكتله واللمعان.

الكتله ونصف القطر

mass - radius
masse *(sf)* - rayon *(sm)*
Masse *(sf)* - Radius *(sm)*

← العلاقة بين الكتله واللمعان.

الكثافه

density
densité *(sf)*
Dichte *(sf)*

هى الكتله الموجوده فى وحدة الحجم. ووحدات الكثافة هى الجرام/سم٣. والكثافه المتوسطة لجسم غير منتظم هى عباره عن النسبه بين كتلته وحجمه الكلى. وأحيانا يستعان بالكثافه أيضا فى مجال التعبير عن عدد الجزيئات فى وحدة الحجم (كثافة الجزيئات) أو عدد النجوم (كثافة النجوم) فى وحدة الفضاء. وتحت كثافة الطاقه نقصد كمية الطاقة الموجوده فى كل وحده حجم.

كثافة الجرم السماوى

density of the heavenly body
densite du corps céléste *(sf)*
Dichte des Himmelskörpers *(sf)*

الكثافة S المتوسطه لجرم سماوى يمكن حسابها من الكتله M ونصف القطر R بالعلاقه:

$\varrho = M / \frac{3}{4}\pi R^3$ ؛ حيث π = ٣٫١٤٢ وفى حالة النجوم فإن كل من الكتله ونصف القطر يمكن تحديده بدون الإعتماد على الآخر وبطريقه دقيقه إلى حد ما فى حالة المتغيرات الكسوفيه. لذلك فإننا نحصل على قيم دقيقه نسبيا للكثافه المتوسطه. وفى حالة تعيين نصف القطر من القوة الإشعاعيه للنجم ودرجة حرارته الفعاله أى بطرق إشعاعيه نظريه فإننا نحصل على قيم للكثافه غير دقيقه لأن درجة الحراره تدخل بالأس السادس فى الحسابات، فينتج

عن خطأ بسيط فى قيمة درجة الحراره خطأ كبير فى نتيجة الكثافة المتوسطة .

إن الكثافة المتوسطة للنجوم متباينه بدرجة كبيره وتعتمد على إنتماء النجم لنوع طيفى معين أو قوة إشعاعيه معينه . وأصغر قيمه للكثافة المتوسطة هى تلك التى نحصل عليها لفوق العمالقة ، حوالى $٦٠^{-٧}$ جم/سم^{٣} ، وأكبر قيمة هى للأقزام البيضاء ، حوالى $١٠^{٦}$ جم/سم^{٣} (أى ١٠٠٠كجم/سم^{٣} !) والكثافة المتوسطه فى حالة النجوم النيوترونيه أكبر من ذلك بكثير وتقدر بحوالى من $١٠^{١٤}$ إلى $١٠^{١٥}$ جم/سم^{٣} . وفى جدول ؛ ← أبعاد الحالة ، يمكننا رؤية التغيير فى الكثافة المتوسطة من نوع طيفى إلى آخر.

وعن كثافة الكواكب ، ← الكواكب . وعن كثافة الأجسام السماويه الأخرى قارن تحت أسمائها .

كثير المجرات

Hypergalaxis

ميتاجلاكسيس

الكدنى

Kidinnu *(A)*

هو الفلكى البابليونى الكدنى (حوالى ٣٤٣ ق . م) . كان رئيسا للمدرسة الفلكية فى شيبرا . إكتشف تبادر الإعتدالين ، ووصف بطريقة رياضية حركات كل من القمر والكواكب . وقد تم إطلاق إسم الكدنى على إحدى مناطق الجانب الآخر من سطح القمر .

الكركى

Grus, Gru *(L)*
Crane
Grune *(sf)*
Kranich *(sm)*

إحدى كوكبات نصف الكره الجنوبى .

الكره

sphere
sphére *(sf)*
Sphäre *(sf)*

تعنى فى الفلك تماما مثل ← الكره السماويه .

الكره السماويه

Celestial sphere
sphére céleste *(sf)*
Himmelssphäre *(sf)*

هى كره خياليه تبدو عليها مساقط النجوم من مكان المشاهده ويمكن إختيار نصف قطر الكره السماويه بحريه كما يمكن أيضا أن يكون لا نهائى . ويتقابل محور دوران الأرض (محور السماء) مع الكره السماويه فى قطبى السماء بحيث يكون القطب الشمالى فى إتجاه إمتداد محور الأرض إلى قطبها الشمالى بينما القطب الجنوبى فى الإتجاه المضاد على السماء . كنتيجة لدوران الأرض حول محورها تصنع النجوم مدارات دائريه ظاهريه حول قطب السماء وتسمى هذه الحركه بالحركه اليوميه . يسمى الخط على الكره السماويه الذى ينشأ من إمتداد المستوى العمودى على محور السماء بخط الإستواء السماوى .

الكره اللونيه الشمسيه

chromosphere
chromosphére *(sf)*
Chromosphäre *(sf)*

← الكروموسفير .

الكره الناريه

fireball
bolide *(sm)*
Feuerkugel *(sm)*

هى شهاب يزيد لمعانه عن القدر – ٤ .

الكروموسفير

Chromosphere
chromosphére *(sf)*
Chromosphäre *(sf)*

هى الطبقه من الغلاف الشمسى الموجوده بين الفوتوسفير والكورونا ؛ ← الشمس .

الكرونوجراف (راسم الزمن)

coronograph
choronographe *(sm)*
Choronograph *(sm)*

هو جهاز يستخدم فى التحديد الدقيق لنقطة زمنيه . تحتوى الكرونوجرافات القديمه علامات للثوانى بجانب العلامات المراد تعين أزمنتها بدقه وذلك

على شريحة ورق تتحرك بإنتظام . ويمكن قياس الزمن بالنسبه لعلامات الثوانى . أما فى الكرونوجرافات الحديثه فإن الأزمنه يتم طبعها مباشره على شريحة ورق .

الكرونولوجى

chronology
chronologie *(sf)*
Chronologie *(sf)*

هو علم ← الزمن . وعلم الزمن الفلكى يهتم بتحديد المقاييس والأعمار الفلكيه وذلك بالإعتماد على الأرصاد . وإلى هذا ينتمى أيضا تاريخ الأحداث وما قبل التاريخ بناءا على الأحداث الفلكيه مثل مكان وزمان حدوث كسوف أو خسوف أو تقابل معين للكواكب . أما علم الزمن التكنيكى فيهتم بأمور التقاويم وتطورها التاريخى .

الكرونومتر

chronometer
chronométre *(sm)*
Chronometer *(sm)*

← الساعه .

الكريات

globules
globules *(pm)*
Globule *(pf)*

هى سحب مستديره صغيره ومعتمه ، أى أنها تجمُّع من غبار ما بين النجوم يمتص أشعتها . وتشاهد الكريات على شكل أقراص معتمه أمام السدم اللامعه فى السماء . وعلى الرغم من صغر حجمها فإن الكريات تمتص الضوء بشده جدا ، الشئ الذى يدل على كثافة عاليه . تقدر أقطار الكريات الصغيره بحوالى ٠٫٠٥ بارسك (حوالى ١٠٠٠٠ وحده فلكيه) ، كما يقدر إمتصاصها الكلى بمقدار ٥ أقدار وكثافة ترابها بأكثر من $١٠^{-٢١}$ جم/سم^{٣} . هذا وتصل أقطار الكريات الكبيره إلى حوالى ٠٫٥ بارسك ويبلغ إمتصاصها ١٫٥ قدرا وكثافة ترابها $٥×١٠^{-٢٣}$ جم/سم^{٣} . وبذلك فإن كثافة الكريات أكثر من ١٠٠٠ إلى ١٠٠ ٠٠٠ مره عن مثيلاتها من السحب العاديه ذات الأحجام الكبيره . وكتله المادة التى تمتص الضوء فى الكريات تبلغ من ٠٫٠٠١ إلى ٠٫١ من كتلة الشمس . ويلاحظ أن جميع هذه القيم غير مؤكده بعد . ومن الممكن أن تكون الكريات مراحل أولى لنشأة النجوم (اللوحه ٦) .

كسموبيلوجى

cosmobiology
cosmobiologie *(sf)*
Kosmobiologie *(sf)*

تماما مثل ← أستروبيولوجى .

الكسموجرام

cosmogram
cosmogram *(sm)*
Kosmogramn *(sm)*

الهوروسكوب .

الكسموجونى

cosmogony
cosmogonie *(sf)*
Kosmogonie *(sf)*

هو تعاليم نشأة الأجسام السماويه وغالبا ما ينتمى إلى ذلك أيضا تعاليم تطور هذه الأجسام . فعلى سبيل المثال ينتمى ← تطور النجوم ، إلى الكسموجونى . إلا أن تطور الكون ككل ينتمى إلى الكسمولوجى، وإن كان الكسمولوجى هو تعاليم حالة الكون . ولو أخذنا المعلومات المؤكده عن الكون فى الإعتبار فإننا نجد أن كونا ثابتا ، أى عديم التغيير ، لا وجود له ، وإنما يتواجد الكون فى حالة إنكماش أو حالة تمدد . وبذلك فإن معظم النماذج الكونيه ، أى النظريات ذات الإفتراضات المحدده حول حالة الكون ككل ، تفترض إما إنكماشا أو إتساعا أى تأخذ فى الإعتبار تغييرات كبيره تكون بمثابة تطور على فترات طويله على أن النموذج الكونى المختص يشرح مسار التغيير أى عملية التطور فى الكون .

تحاول كل **نظرية كسموجونيه** تفسير حالة الأجسام الكونيه التى نشاهدها الآن على أنها ناشئه من حالة سابقه ، والحالة السابقه يجب إختيارها بحيث تكون

المادة فيها على صورة بسيطة بقدر الإمكان وبالتالى معقوله فى شرحها . فعلى سبيل المثال يُفترض سديم غازى غير منتظم الشكل كمصدر لتطور المجموعات النجوميه أو المجموعة الشمسيه . وللمحافظة على الناحية العلميه للنظريات الكسموجونيه وحتى لا تدخل فى متاهات ومضاربات فإننا نفترض أن الأجسام السماوية التى نشاهدها قد نشأت وتطورت حسب القوانين الطبيعيه المعروفه .

تزداد صعوبة آية نظرية كسموجونيه كلما كثرت الظواهر التى يجب تفسيرها والتى تنشأ معا من حالة بداية مشتركه . فعلى سبيل المثال نجد أن كسموجونى المجموعه الشمسيه أصعب بكثير من كسموجونى نجم بذاته أو حشد نجومى بمفرده . لهذا السبب فإننا نلجأ حاليا الى عمل نظريات لنشأة وتطور أجسام خاصة أو مجموعة أجسام مثل النجوم أو الحشود النجومية أو المجموعة الشمسيه من مادة ما بين النجوم ؛ أى أننا لا نحاول تفسير نشأة كل الأجرام السماويه بواسطة نظرية واحده .

إن جميع النظريات الكسموجونيه لاتزال غير مؤكده بل إنها تحمل طابع الإفتراضات وهذا يأتى من أن المسائل الكسموجونيه تعتبر من المشاكل الصعبه فى الفلك ولا يمكن معالجتها إلا بمعرفة تامه بالاسس الفلكيه والطبيعيه . يضاف إلى ذلك أن عمليات نشأة الأجسام السماويه تسير ببطئ شديد ، بحيث لا يمكن متابعة تطورها مباشرة .

(I) إن نظرية نشأة النجوم على عكس ← تطور النجوم لاتزال حتى الآن غير مستكمله ، بحيث أنه لا يمكننا إستنتاج أى شئ عن تفاصيل ما يحدث . ولابد من محاولة البحث عن بعض العمليات التى يمكن أن تلعب دورا أثناء نشأة النجوم . من ذلك ما يُفترض الآن من أن النجوم نشأت من مادة مبعثره . ويتواجد كل من الغاز والغبار المبعثرين حاليا ايضا كمادة بين نجميه فى الأذرع الحلزونيه من مجموعة سكة التبانه والمجموعات النجوميه الحلزونيه الأخرى . وما يتواجد فى هذه الأذرع من نجوم B.O الساخنه واللامعه جدا والتى تنتمى إلى الجمهرة I ، لا يمكن أن تكون معمره جدا (← تحديد العمر) ولما كنا نشاهد هذه النجوم دائما مرتبطة فضائيا مع تجمعات الماده غير النجوميه ، فإن ذلك يجعلنا نعتقد أن تلك النجوم قد نشأت من هذه الماده من وقت قصير نسبيا . بالاضافه إلى ذلك فلابد من إفتراض أن عملية النشأة هذه لازالت سارية فى الأماكن الموجود بها مادة غير نجومية ؛ إذ بعد أن تصل الكثافة فى تجمع من مادة ما بين النجوم إلى درجة كافية فإن الجاذبية الذاتية تطغى على كل قوى الطرد المركزية وتسبب الإنكماش . ومن سحابة غير نجومية عالية ، الكثافة كهذه ، التى تسمى فى هذه الحالة غير المستقرة «نجم أولى» ينشأ بواسطة الانكماش نجم جديد ويسير الانكماش أولا بسرعة فائقة الكبر ، لأن الطاقة المتحررة نتيجة إنكماش النجم الأولى يتم إشعاعها إلى الخارج بدون عائق . وبعد أن تزداد الكثافة بدرجة كافية يزداد إمتصاص مادة النجم للإشعاع الناشىء من داخله ، الشيء الذى يعمل على إبطاء الإنكماش وتعلو درجة الحرارة بدرجة كبيرة بحيث تبدأ فى الأجزاء الداخلية للنجم ، تفاعلات نووية ينتج عنها تحول الهيدروجين إلى هليوم (← إنتاج طاقة النجوم) ، (بتفصيل أكثر عن الظروف الطبيعية أثناء الانكماش وعن مسار النجم الأولى فى شكل هرتز سبرنج ـ راسل ← تطور النجوم) . أما إذا كانت كتلة النجم الأولى أقل من حوالى ٠٫٠٧ إلى ٠٫٠٩ من كتلة الشمس فإن درجة الحرارة التى يسببها الإنكماش لا تبلغ الدرجة الكافية لإشعال الإحتراق النووى . فى أثناء الإنكماش تعلو الكثافة لدرجة أن الغازلا يصبح مثاليا أى أنه يحيد عن قوانين الغاز العادية (← معادلات الحالة) . ومن هنا فإن درجة الحرارة تزداد فقط إلى حد أقصى ثم تقل ثانية أى أن النجم يبرد تدريجيا ثم يصبح ← قزم أسود .

لما كانت الكثافة العادية فى مادة السحب الغير نجومية لا تكفى لبداية الإنكماش فقد جرى البحث عن وسائل تؤدى إلى تكثيف كاف . إحدى هذه الوسائل ، التى يحتمل أن تؤدى إلى تكوين النجم الأولى تعتمد على التأثير المتبادل بين الموجود من النجوم وبين المادة النجمية . فبفعل الإشعاع النجمى الشديد يتمدد الغاز المتأين ويضغط بذلك المادة المجاورة الغير متأينة ، أى ذات درجة الحرارة المنخفضة ، وبالتالى الضغط الأقل . ومن ناحية أخرى فانه توجد إمكانية لنشأة النجوم كنتيجة لتصادم سحابيتن كبيرتين من مادة ما بين النجوم . وقد إتضح أن درجة الحرارة فى المناطق القريبة من المركز فى السحابة الجديدة الناشئة من التصادم منخفضة جدا بدرجة تجعل ما تحتويه هذه المناطق من كتلة كافيا لبدىء الإنكماش (انظر ← مادة ما بين النجوم ، الحركة) . ويسود الإعتقاد بأن النجوم تنشأ فى جماعات ، وليست منفصلة ، تحت الظروف السائدة فى الطريق اللبنى ، الشىء الذى تدل عليه الأرصاد الكثير لتجمعات نجوم O الحديثة . ومن الظاهر أن سحبا كبيرة مركبة تنكمش أولا ثم تتفكك إلى نجوم أولية منفردة .

يُعتقد فى غالب الأحيان أن ← الكريات ، وهى سحب كروية صغيرة وداكنة ، تمثل مرحلة أولى لنشأة النجوم . ومن المحتمل أن تكون أيضا أجسام هربج هارو نجوما فى طور النشوء وقد ساد الإعتقاد فى الوقت الحديث باكتشاف منابع تحت حمراء ذات درجة حرارة منخفضة بصورة خاصة ، وهذه إما أن تكون فى حالة نجم أولى أو أنها توجد مباشرة بالقرب من نجم أولى .

قد تختلف نشأة النجوم القديمة جدا من الجمهرة II فى كثير من تفاصيلها ؛ فبينما كانت هذه النجوم تتكون من الكتل الغازية الأولية لم يكن هناء على سبيل المثال نجوما كثيرة كما هو الآن يمكن أن تؤثر فى نشاطها . وعلى وجه الخصوص فإنه يُفترض أن المادة المنتشرة كان لها فى هذا الوقت تركيب كيماوى مختلف عما عليه مادة ما بين النجوم الآن . إن الآراء الحالية حول ← نشأة العناصر الكيماوية تقرب من وجهة النظر بأن «السديم الأولى» ، الذى تكونت فيه النجوم الأولى فى مجموعة نجومية ، ما كان مكونا الهيدروجين مع ٢٠٪ هليوم . وتبعا لذلك فإن إشعاع الطاقة المتحررة أثناء الإنكماش ، على سبيل المثال ، يختلف عما لو كانت المادة المنكمشة محتوية كذلك على عناصر ثقيلة وجسيمات غبار بين نجمى . أيضا فإن ما يحدث أثناء وبعد إصطدام سحابتين غير نجوميتين من عمليات تبريد يؤدى إلى إنخفاض درجة الحرارة فى الأجزاء الداخلية للسحابة الجديدة بدرجة كبيرة ، بحيث يمكن أن يؤدى ذلك إلى نشأة نجوم . وهذا التبريد أقل كفاءة فى حالة عدم تواجد عناصر ثقيلة أو تواجدها بكميات صغيرة . بذلك فإن هذه الوسيلة لنشأة النجوم كانت أقل كفاءة فى المرحلة المبكرة لمجرة سكة التبانة .

(II) **كسموجونى المجموعات النجومية** : كما يتضح من الأرصاد فإن النجوم غير موزعة بإنتظام فى الكون بل تكون حشود صغيرة أو كبيرة . يبلغ عدد النجوم فى أصغر هذه التجمعات من ١٠ الى ١٠٠٠ فى الحشود المفتوحة ومن ١٠٠ ٠٠٠ إلى مليون نجم فى الحشود الكروية . بعد ذلك تأتى المجموعات النجومية بما فى كل منها من بليون إلى ١٠٠ بليون نجم . وهناك أيضا تجمعات المجرات مثل المجموعة المحلية التى تنتمى إليها مجرتنا . وهناك إعتقاد أيضا بوجود تجمعات من حشود المجرات . تحاول **الكسموجونية الاضطرابية** تفسير كيفية بناء هذه الحشود والمجموعات من سديم أولى كان موجودا قبل ذلك فى حركة إضطرابية . وتبعا لهذه النظرية فإن السديم تكسر إلى عناصر إضطراب مع الزمن ، وتكسرت هذه بالتالى إلى عناصر أصغر .

وهناك نظرية أخرى تصرف النظر عن الأسس الاضطرابية النظرية محاولة شرح كيفية إنقسام سحابة

كبيرة إلى أجزاء أصغر فأصغر . يرجع السبب فى هذا الإنقسام إلى أن أى سحابة غازية غير بعيدة عن حالة الإنكماش تحت تأثير جاذبيتها الذاتية وذلك إذا ظلت على نفس درجة الحرارة فى جميع أجزائها . ولما كان الانكماش يحتفظ بدرجة حرارة ثابتة فى جميع الأجزاء حتى تبلغ درجة الحرارة أكبر قليلا من $١٠^{٤}$ ك وذلك بعد تسخين مبدئى ، وهو ما يمكن تفسيره بخصائص الهيدروجين ، الذى يرجح أنه كان العنصر السائد فى السديم الأولى ؛(غاز الهيدروجين ردىء الإشعاع حتى درجة حرارة $١٠^{٤}$ ك) . ومعنى ذلك أن الطاقة الحرارية المنبعثة فى بداية الإنكماش لا يُسمح بمرورها إلى خارج السحابة وإنما تختزن فى الكتلة الغازية حتى تصل درجة حرارتها إلى $١٠^{٤}$ ك . وبالزيادة البسيطة فى درجة الحرارة عن ذلك يتأين الهيدروجين بدرجة كبيرة وتتغير الظروف كلية . فالهيدروجين المتأين له قدره جيدة على إشعاع الطاقة ، فيعمل بذلك كمثبت يعمل على إبقاء درجة حرارة الكتلة كلها عند $١٠^{٤}$ ك طالما أن الإنكماش ينتج القدر الكافى من الطاقة ، بحيث لا تقل درجة الحرارة عن هذه القيمة . وعندما تصل السحابة تحت درجة الحرارة الثابتة إلى إنكماش لا تستطيع أن تنكمش بعده ككل فإن من الممكن أن تنكمش أجزاء صغيرة منها ، لأن ذلك أجدى بالنسبة لإشعاع الطاقة . وهنا أيضا فإن الإنكماش يصل إلى حالة سكون ويستمر فى أجزاء أصغر وأصغر . يستمر هذا الانقسام بينما السحابة الكلية لا زالت تحتل تقريبا نفس حجمها الأولى وذلك حتى تزداد كثافة أصغر جزء ـ حوالى كتلة نجم ـ الى درجة لا تجعلها منفذة للإشعاع فيتسبب بذلك أى إنكماش آخر فى تسخين المادة ، أى لا يُبقى الإنكماش على درجة حرارة ثابتة . وفى حالة ما إذا كان للسحابة الأصلية ، التى يتكون فيها الحشد أو تتكون فيها المجموعة النجومية ، دوران فإن سرعة هذا الدوران تزداد بالإنكماش وتكون النتيجة أن كتلة غازية كروية فى بداية إنكماشها تأخذ فى التفلطح أكثر وأكثر . يشترك فى هذه العملية ما تبقى فقط من غاز أما ما تكون من حشود نجمية أو نجوم متفرقة فإنها تبقى إلى حد كبيرة فى أماكن تكوينها . بهذا يمكن فهم توزيع الجمهرات المختلفة فى ← سكة التبانة وذلك بالعلاقة مع ← نشأة العناصر الكيماوية .

ويفترض الفلكى السوفيتى «أمبرتسوميان» على خلاف ما ذكرنا أن المجموعات النجمومية الجديدة مصدرها عمليات شبيهة بالإنفجارات فى نوى المجموعات النجومية الموجودة فعلا . فإذا ما كانت المجموعة الأم غنية بالكتلة فإنه يمكنها عن طريق الانفجارات أن تبنى حولها سلسلة من المجرات التوابع . ويجد هذا الإفتراض بعض التأييد من أرصاد النواة غير المستقرة فى بعض المجموعات النجومية ..

(III) إن كسموجونى المجموعات الشمسية أصعب منه للنجوم القائمة بذاتها وذلك لأن المجموعة الشمسية تحتوى على عدد كبيرة من الأجسام المختلفة وهى الكواكب والكويكبات والأقمار والمذنبات والنيازك هذا علاوة على أن بعض الكواكب تكون مع أقمارها مجموعات فرعية ومن جهة أخرى فإن النظريات الكسموجونية الحالية للمجموعة الشمسية لها طابع إفتراضى إلى حد ما . وتتحد جميع هذه النظريات فى تخصيص الحالية الأولية التى كانت عليها المجموعة الشمسية ولا تختارها عامة مثل نظرية نشأة النجوم . بذلك تتفادى هذه النظريات صعوبات كيفية تكوين الحالة الأولية للمجموعة الشمسية من السديم الغازى ذو الشكل غير المحدد .

يمكن تقسيم النظريات الكسموجونية للمجموعة الشمسية إلى مجموعتين ؛ تفترض الأولى منها أن الشمس والكواكب تكونا معا فى نفس الوقت (مثال ذلك نظرية النيازك التى إفترضها كانت) ، بينما تذهب نظريات المجموعات الأخرى إلى أن الشمس وُجدت أولا ثم تكونت منها بقية المجموعة أو تكونت هذه من مادة سحابة لها أصل كسموجونى مختلف .

وينتمى إلى النوع الأخير من النظريات نظرية السديم التى إفترضها لابلاس . وقد إتضح أن هذا النوع أقل قدره على تفسير الأرصاد عن النوع الأول .

إن على أى نظرية كسموجونية للمجموعة الشمسيه تفسير مايأتى : (أ) تصنع الكواكب مدارات شبه دائريه حول الشمس ، تقع كلها تقريبا فى نفس المستوى ، كما أن دوران الكواكب حول الشمس ودوران الشمس حول نفسها ودوران الأقمار حول كواكبها يحدث فى إتجاه يمينى ، إلا فى حالات نادره . (ب) معظم كتلة المجموعة الشمسية موجودة فى الشمس ، إذ لا يخص الكواكب والأجسام الأخرى غير ١/٧٥٠ من كتلة المجموعة ، وأن الكواكب الشبيهه بالأرض مثل عطارد والزهره والأرض ، والمريخ ، والأقرب إلى الشمس عن شبيهات المشترى ، لها كتل أصغر ولكن كثافات أكبر من مثيلات المشترى (بلوتو له وضع خاص) . كما أن الكتلة الكلية للأقمار والأجرام الأخرى فى المجموعة الشمسية صغير جدا بالنسبة للمجموعة . (ج) للشمس فقط ١/٢٠٠ من عزم دوران المجموعة بينما الجزء الأساسى من عزم الدوران الكلى للمجموعة موجود فى حركة الكواكب حول الشمس . (د) العلاقة الدوريه بين أبعاد الكواكب عن الشمس تلخصها سلسلة تيتوس ـ بودا .

كانت نظرية النيازك التى جسدها الفيلسوف «أما نويل كانت» فى إحدى أعماله المبكره عام ١٧٥٥ ، أول كسموجونى يرتكز على أساس علمى . وتبعا لهذه النظرية فإن الشمس والكواكب تكونتا عن طريق الإنكماش من سحابة هائلة كانت أجزاءها الصغيره (حسب الوصف الحالى نيازك) تتحرك بحريه . وكان توزيع السرعات مقدارا وإتجاها بدون نظام معين ، إلا أنه كان هناك عزم دوران كلى صغير ، بحيث أصبح لنواتج الإنكماش كذلك عزم دوران . ثم حدث الإنكماش بحيث تحولت طاقة الحركة للأجزاء الصغيره عند إصطدامها إلى طاقة حرارية . وأدى تقليل طاقة الحركة إلى تحول الأجزاء الساكنه إلى مراكز جاذبية فى السحابه ، كما أصبح لكل الأفراد حركة دوران يمينيه ومن التكثفات المحليه تكونت مراكز جذب ثانويه تجمعت منها كتل الكواكب . ويقف ضد نظرية «كانت» صعوبة تفسير توزيع عزم الدوران على الشمس والكواكب حسب العمليات المذكوره . كذلك فإن تكثيف أجسام كبيره على أجسام صلبه صغيره صعب التوضيح ، لأنه بالإصطدام والإضطراب يحدث تكسير للجسيمات . علاوة على هذا فإن أجساما لها كتل هائله هى فقط التى يمكنها بفعل جاذبيتها إقتناص ما يقابلها من أجسام صغيرة .

أما نظرية الفرنسى لابلاس (١٧٩٦) والتى تسمى أيضا بنظرية السديم فتفترض أن الكواكب نشأت تباعا ، أثناء إنكماش سحابة بطيئه الدوران وتحت تأثير جاذبيتها . وحسب أحد القوانين الطبيعيه الذى يقضى بثبات عزم الدوران فقد أخذت سرعة الدوران فى الإزدياد ، وأخذت الكتله فى التفطلح إلى سديم قرصى هو الشمس الأولى . وعند المستوى الأستوائى لهذا القرص أمكن لقوى الطرد المركزيه التغلب إلى حد ما على قوى الجاذبيه ، الشئ الذى أدى إلى إنفصال كتل دارت كحلقة غازيه حول السديم القرصى . بعد ذلك إنكمشت مادة الحلقه وتكورت مكونه كوكبا . ومن خلال إنكماش أكثر للسديم القرصى تكررت نفس العمليه مرارا . وعلى ذلك فإن الكواكب الموجوده فى المدارات الخارجيه هى أقدم الكواكب . ويكمن الاعتراض الأساسى ضد نظرية لابلاس فيما شوهد من التوزيع غير المتساوى لعزم الدوران فى المجموعة الشمسيه ، لأنه يصعب تفسير كيفيه إنتقال الجزء الأكبر من عزم الدوران إلى الكتله الأقل . التى تمثلها الكواكب . (ولما كان كل من نظريتى كانت ولابلاس يختلفان فى الأساس فإنه من غير المعقول التحدث عن نظرية كانت ـ لابلاس) .

أما الفيزيائى فون فيراكر فقد واصل تفكيره حول

أن الشمس والكواكب قد نشأتا من نفس السديم الأولى وذلك فى **نظريته الإضطرابية** (حوالى عام ١٩٤٤). وتقضى هذه النظرية بأنه سادت فى السديم القرص الدوار حركة إضطرابيه، أى حالة تكون فيها مدارات الجسيمات على غير نظام تماما. وعلى أساس هذه العشوائيه تكون نظام من الدوامات الموزعه بإنتظام فى المناطق المختلفه. وعند إلتقاء حدود هذه الدوامات حدثت إنكماشات نتج عنها تكوين الكواكب الأولى. وعلى ذلك فإن حجم منطقه الدوامة يحدد أحجام الكواكب وأبعادها عن الشمس. أما الإختلافات الحالية فى كتلة وكثافة الكواكب فيتم تفسيرها بتأثير الإشعاع الجسيمى للشمس وضغط الإشعاع الشمسى.

إن أكثر فكرة سائدة الآن عن نشأة مجموعة الكواكب تنطلق من التفكير بأنه وإن كنا لم نشاهد حتى الآن مجموعات كوكبيه غير مجموعتنا، إلا إنه توجد أعداد كثيره من النجوم المزدوجه والعديده. وفى النجوم المزدوجة يمكن أن تكون كتلة التابع أصغر من كتلة النجم الرئيسى بعشر أو مئات المرات. علاوة على ذلك فقد إتضح من أرصاد النجوم المزدوجة أن المسافة بين النجمين قد تكون من ٠,٠١ إلى ١٠٠٠٠٠ وحدة فلكيه. وأن هناك قمة عند مسافة ٢٠ وحده فلكية وهى مسافة تقارن بالمسافة المتوسطة للكواكب الكبيره. ويتخذ هذا على أنه دليل على تطور النجوم المزدوجة ونظام الكواكب من نفس الحالة الأولى. ولما كانت النجوم المزدوجة أجسام كونيه شائعه فإننا نستنتج من ذلك شيوع وجود مجموعات كوكبيه لنجوم ثوابت أخرى. وعلى أساس هذا الإفتراض قدر أن حوالى ٠,٠١٪ إلى ٠,١٪ من مجموع نجوم الطريق اللبنى، أى حوالى من ١٠ إلى ١٠٠ مليون نجم لها مجموعات كوكبية.

وتعد أحسن نظرية حاليا ما طوره الأمريكى «كيْبَر» عن كسموجونيه المجموعة الكوكبية. وتبعا لتلك النظرية فإن عنصرا كرويا يمثل السديم الأولى إنفصل عن مادة ما بين النجوم، التى تسود فيها حركة داخلية عشوائيه. وكانت الكتلة فى هذا العنصر أكبر من كتلة المجموعة الشمسيه كلها. ويمكن بسهولة إيضاح أن هذه الكتله، كنتيجة للدوران وتأثير الجاذبية والإحتكاك الداخلى للغازات، قد إنكمشت بسرعة عاليه نسبيا إلى قرص عدَسى الشكل تمثل أجزاؤه القريبه من المركز الشمس الأولى.

وهذه الشمس الأولى كان لها، فى هذا الوقت، نفس كتلة الشمس الحاليه. وفى خلال الفتره الزمنيه التى تحول فيها السديم الأولى إلى قرص، تطاير جزء كبير من المادة الأولى فى الفضاء وسادت حركات عشوائيه فى داخل القرص الرفيع الدوار الذى يبلغ سمكه ٠,٠٢ وحدة فلكية، بحيث تكونت تكثفات محليه أدت إليها وجود الموجات التى تجمعت المادة عند حدودها الفاصله. كما أخذت التجمعات كذلك تدور فى نفس إتجاه دوران القرص. وعند حجم معين أصبح إنكماش التجمع ممكنا تحت تأثير قوة جذبه الذاتيه، الشئ الذى أدى إلى كثافات عاليه فى القرص، عند بُعد حوالى ١٠ وحده فلكيه من المركز بلغت الكثافة حوالى ١٠^-٩ جم/سم^٣. ويفسر سمك القرص ـ حوالى ٠,٠٢ وحده فلكيه ـ السبب فى كون مدارات جميع الكواكب الأولى ليست تماما وإنما بالتقريب فى نفس المستوى. لقد تمكن «كيبر» من إثبات علاقة بين كتل وإنصاف أقطار الكواكب الأولى وكذلك أبعادها عن الشمس. ويحقق هذه العلاقه شكل الكواكب الحاليه، مع مراعاة أن كتل الكواكب الأولى كانت ١٠٠ مره أكبر من كتلتها الحاليه. ولما كانت الأبعاد عن الشمس تدخل فى هذه العلاقة فإن ذلك يمكننا من تفسير سلسله تيتوس ـ بودا. إلا أن ذلك يستلزم إيجاد وسيلة تكون قد أدت إلى فقد فى كتله الكواكب الأولى. لذلك إفترض «كيبر» أنه فى هذه المرحلة، أى بعد أن تكونت الكواكب الأولى وصلت الشمس فى

إنكماشها إلى حالة تعادل شبيهه بحالتها الحاليه ومنها أصبحت الشمس تشع قدرا كافيا من الطاقة ، بحيث أصبح تأين الماده بين الكواكب ممكنا ، ثم أدى التأين إلى تمدد تلك الماده ، حتى أصبح الفضاء بين الكواكب الأولى مكتسحا . علاوة على ذلك فإنه من الممكن نتيجه للتأين حدوث تقليل لعزم دوران الشمس ؛ فدارت الشمس بسرعه ما ودار معها مجالها المغناطيسى بينما تدور الأجزاء المتأنيه من القرص تبعا لقانون كبلر الثالث وتبقى خلف خطوط قوى المجال المغناطيسى للشمس . وبسبب التأثير المتبادل بين المجال المغناطيسى والجسيمات المشحونه ، حاول المجال المغناطيسى أن يجرف معه الجسيمات ، الشئ الذى ينتج عنه إقلال دائم فى سرعة دوران المجال المغناطيسى ومعه الشمس نفسها . وفى حالة الكواكب الأولى فإن ضغط الإشعاع والإشعاع الجسيمى يؤثران فى جرف العناصر الخفيفه من الهالة الغازيه وتتأثر بذلك أكثر الأجزاء القريبه من الشمس عن الأجزاء البعيده عنها . وعليه فإن الكواكب القريبه من الشمس فقدت كتله أكبرَ وصارت كثافتها أكبر نسبيا ؛ حيث فقدت كثيرا من العناصر الخفيفه . ويمكن حساب ما فقد من كتل من الشمس والكواكب إذا إفترضنا التكوين الكيماوى المتماثل فى المراحل الأولى . وعلى ذلك فإن الكواكب القريبه من الأرض كانت أكبر مما هى عليه الآن بحوالى مائه مره بينما الكواكب الأخرى كانت أكبر بحوالى ١٠ مرات . وهذا ينطبق جيدا مع القيم الناتجه من العلاقه بين المسافات .

أما أجواء الكواكب الأولى فقد تكونت أثناء فقدان الكتله منها على أساس الدوران فى السحابه الغازيه القرصيه ، التى حدث فيها عدم إستقرار أدى إلى نشأة الأقمار . ويمكن أن تكون بعض الكواكب قد فقدت أقمارها ، مثل ما يُعتقد بأن بلوتو هو أحد أقمار نبتون . ويعتقد أن المذنبات تتكون فى المناطق الخارجيه من المجموعة الشمسيه ثم تجرفها الإضطرابات الناشئه عن كتلة الكواكب الكبيره إلى داخل المجموعة ، وتنشأ هذه المذنبات مثل الكواكب من خلال تكثفات المادة السديميه . أما الكويكبات فيرجع أصلها على النقيض من ذلك إلى المنطقه بين المريخ والمشترى ، التى تسود فيها كثافة سديميه بسيطه ويعمل جوار الكواكب الكبيره على منع تكوين أجسام سماويه كبيره .

ولابد من التأكيد بأن نظرية «كيبر» لم يكتمل حسابها تماما بأى حال من الأحوال ، إذ يوجد بها كثير من الإفتراضات التى تعوذها الأدلة . ويذهب غالبيه الباحثين إلى أن الكواكب الأولى لم تنشأ على أساس الحركة العشوائيه فى داخل ما أحاط بالشمس الأولى من قرص غازى ، وإنما ينطلق هذا الفريق من أن درجة الحراره فى الغاز كانت منخفضه نسبيا بسبب إنخفاض درجة الحراره عند سطح الشمس الأولى . وعلى ذلك فقد أمكن تكوين جسيمات صلبه من العناصر الثقيله وبواسطة الاصطدامات البطيئه بين هذه الجسيمات فإنها تراكمت على بعضها مكونة بلوكات نمت بعد ذلك إلى كواكب .

أما فكرة الفلكى السوفيتى «فيزنكوف» فإنها تكمل تفسير «لابلاس» ، حيث أنها تفترض أن الكواكب تكونت عند المستوى الإستوائى للشمس الأولى والتى كانت كتلتها أكبر مما هى عليه الآن بحوالى عشر مرات وذلك بفعل عدم الاستقرار فى الدوران . وتقدر الأجزاء التى إنفصلت بحوالى ٢٠٪ من كتلة الشمس تطاير الجزء الأكبر منه فى الفضاء وتكونت الكواكب من الجزء الآخر . كما أن الشمس ، إفتقدت الجزء الأكبر من كتلتها خلال الإشعاع الجسيمى وهو ما يؤدى فى نفس الوقت إلى تقليل عزم دوران الشمس ، لأن الجسيمات تأخذ منها بعض هذا العزم. وعلى الرغم من أن نظرية «فيزنكوف» مكنتنا من تفسير بعض الحقائق المرصوده إلا أن أسئله أخرى تبقى مفتوحه .

توجد أيضا نظريات كسموجونيه تعزى نشأة

مجموعة الكواكب إلى طامات كونيه . من هذه النظريات على سبيل المثال ، نظرية الفلكى الانجليزى « جينز » (١٨٧٧ ـ ١٩٤٦) . وتبعا لإفتراضاته فإنه عند مرور نجم بالقرب من الشمس خرج منها لسان مادى بفعل الجزر أصبح كقنطره بين النجمين . وبينما النجم الآخر يبتعد عن الشمس ، إنقسم اللسان المادى ومنه تكونت بالإنكماش الكواكب والأقمار . إلا أنه يمكن توضيح أنه بسبب درجة الحراره العاليه التى كانت عليها الماده المنفصله من الشمس فإن هذه المادة تتطاير فى الفضاء قبل أن يحدث أى إنكماش تحت تأثير الجاذبيه الذاتيه . إن نشأة المجموعة الكوكبيه تبعا لفكره «جينز» غير محتمل ؛ لأن المرور القريب لنجم أمام آخر نادر الحدوث جدا فى الطريق اللبنى .

أحيانا تفسر نشأه القمر على أنه نتيجة طامه حدثت ، وإنسلخ فيها القمر من الأرض . وهذه العمليه يصعب شرحها ميكانيكيا وغير محتمله الحدوث فى نفس الوقت .

الكسمولوجى

cosmology
cosmologie *(sf)*
Kosmologie *(sf)*

هو تعاليم حالة الكون ككل . ويعالج الكسمولوجى أيضا ، وعلى وجه العموم ، تطور الكون ككل ؛ تتطلب كثير من نماذج الكون ، التى تحتوى على نظريات عن حالة الكون ككل ، إما إنكماش أو تمدد ، أى تغيير فى حجم الكون يمكن إعتباره تطور طويل الزمن للكون كله . أما دراسة نشأة وبعض تطور ما فى الكون من أجسام سماوية بذاتها فهذا من مهام ← الكسموجونى .

تعد المسائل الكسمولوجيه من أصعب الأمور فى علم الفلك كله ، وترجع صعوبتها من ناحية أن جميع المعرفة الفلكيه النظرية والأفكار عن حالة تطور الأجسام السماويه وخصوصا المجموعات النجوميه بما فيها من نجوم ومادة بين نجوميه تدخل جميعها فى دراسات الكسمولوجى وكذلك إلى أن القرار الصعب عما إذا كانت النماذج الموضوعه للكون تحقق تفسيرا له ككل لا يتأتى إلا بمعرفة تامه بالكون ذاته ومن ناحية أخرى فالمسائل الكسمولوجيه صعبه أيضا نظرا لأن معلوماتنا عن الأجسام السماويه المختلفه لاتزال غير مؤكده بالدرجة التى تجعلنا نضع لها فروضا وتوقعات بدون دليل أكيد من الأرصاد وعلى صحتها . ويُفترض فى جميع المسائل الكسمولوجيه أن القوانين الطبيعيه تنطبق فى جميع أنحاء الكون أى غير متغيره مع المكان والزمان . وهذا لا يلغى وجود قوانين طبيعيه غير معروفه ولكن ما نحصل عليه نظريا لابد أن يتفق مع الإطار القانونى الطبيعى .

الحقائق المرصوده : ترجع الحقائق المرصوده فى الكسمولوجى إلى ظروف حركة الماده فى الكون وكذلك إلى كثافة الإشعاع فيه . وتتطلب دراسة توزيع المادة فى الكون الحالى الإكتفاء بالتجمعات الكبيره ، أى بالمجموعات النجوميه وتوزيعها فى الفضاء . أما الأجسام الأخرى مثل الحشود النجميه والنجوم المنفرده والكواكب والسحب البين نجميه فهى على النقيض من ذلك ـ من وجهة النظر الكسمولوجيه ـ صغيره لدرجة أنها فى المناقشات الكسمولوجيه لا تظهر كأجسام مستقله ، ولكن فى مجموعتها التى تكون فيها وحدات كبيره مثل المجموعات النجوميه . وفى هذا فإن الطريق اللبنى هو أحد المجموعات النجوميه الكثيره . ويتطلب تحديد التوزيع الفضائى للمجموعات النجوميه دراسة توزيعها الظاهرى على الكره السماويه . ومن أجل ذلك يتم تحديد عدد المجموعات فى كل وحده مساحة وذلك بالنسبه للمعانها الظاهرى . ولو إفترضنا مسبقا أن جميع المجموعات النجوميه لها لمعان حقيقى متساو فإنه يمكننا بمعلومية اللمعان الظاهرى إستخراج أبعاد المجموعات النجوميه (← اللمعان) وبالتالى إستنتاج كثافتها فى الفضاء بمعونة العدد الموجود منها فى وحدة المساحة . ويمكن إعتبار درجة زيادة عدد المجموعات

النجوميه فى وحدة المساحة مع نقص اللمعان الظاهرى إحدى خصائص الأفكار النظرية عن بناء الكون ، ولو أن الأرصاد لاتزال غير مؤكده لدرجة يصعب معها إتخاذ قرار معين بين البدائل النظرية المختلفة . كما أنه لا يمكن القول بما إذا كان توزيع المجموعات النجوميه الذى يُفترض إنتظامه عموما هو بالفعل كذلك ، إذ أن إفتراضات بناء الكون تدخل فى إستنتاج الكثافة على الأبعاد الكبيره .

تبلغ الكثافة المتوسطه فى الكون من ٢ إلى ٦×١٠^{-٣١} جم/سم^{٣} ، ونحصل عليها من توزيع كتلة المجموعات النجومية الموجودة فى المناطق القريبه منا ، أى المجموعة المحليه ، على الحجم الذى تشغله تلك المجموعه . وهذه القيمة مشكوك فيها بدرجة كبيرة لأن كتل المجموعات النجوميه وأبعادها غير معروفتين بتأكيد كبير . يضاف إلى ذلك أن معرفتنا بكثافة مادة ما بين المجرات ترجع إلى تقديرات تقريبيه هى الأخرى غير مؤكده .

ولابد من إستخراج علاقات الحركة من السرعات الخطيه التى تؤدى إلى إزاحة فى الخطوط الطيفيه ، إذ أن الحركة الذاتية للمجموعات النجومية لا يمكن قياسها بسبب المسافات البعيدة . ويتضح من الأرصاد أنه كلما زاد بعد المجموعة النجومية عن سكة التبانه كلما إرتفعت قيمة إزاحة الخطوط الطيفيه ناحيةُ النهاية الحمراء للطيف ، الشئ الذى يُعرف ← بظاهرة هبل . ولو فسرنا هذه الإزاحة على أنها راجعة لظاهرة دوبلر ، أى أنها راجعة إلى إبتعاد المجموعة النجومية عن المشاهد فإنه ينتج من ذلك حركة هروب عامة للمجموعات النجومية تزداد مع إزدياد المسافة . ويتم تعليل هذه الأرصاد بتمدد عام للجزء من الكون الذى نراه بمناظيرنا الفلكيه . ومسألة ثبوت أو تغيير سرعة التمدد مع الزمن ذات أهمية بالغه . وتمثل الأرصاد أساسا لإتخاذ آية قرارات فى هذا الشأن ، إذ أن أى نظرة فى الكون تُمثل نظرة فى الزمن إلى الوراء ، حيث أن ما نستقبله اليوم من ضوء مجموعة نجوميه يحمل معه الأزاحة الخطيه المنطبعه التى كانت تمثل السرعة الخطيه للمجموعة عند إنبعاث هذا الضوء . ولو كانت سرعة التمدد فى هذا الوقت غيرها فى وقت المشاهده فإن السرعة المقاسه لابد أن تختلف عن السرعة التى نحصل عليها لهذه المجموعات بالاستنتاج من سرعات المجموعات النجوميه القريبه منا . إلا أن الدقة التى وصلنا إليها لاتزال صغيره لدرجة يصعب معها التقرير بثبوت أو تغيير سرعة التمدد مع الزمن بمعونة ما لدينا حاليا من مساعدات فلكيه .

مثال : إذا إفترضنا أن السرعة العامة للتمدد حاليا هى بالقيمة التى تزداد معها السرعة الخطية للمجموعة النجومية بحوالى ١٠٠ كم/ث لكل زيادة فى المسافة قدرها مليون بارسك ، فإننا نتوقع أن تناظر السرعة الخطيه لمجموعة نجوميه تبعد عن الطريق اللبنى بمقدار بليون بارسك = ٣٫٢٦ بليون سنة ضوئيه فى الطيف حوالى ١٠٠ ٠٠٠ كم/ث . ولو أن نصف هذه القيمه هو سرعة التمدد قبل ٣٫٢٦ بليون سنه لكان من الممكن أن نقيس فى طيف المجموعة النجومية تحت الفحص ـ التى أرسلت ضوءها الذى نستقبله الآن منذ ٣٫٢٦ بليون سنه ـ إزاحة خطيه مناظره لسرعة خطيه قدرها ٥٠٠٠٠ كم/ث .

فى بعض الأحيان يتم تعليل ظاهرة «هبل» على أنها ناشئه بفعل فقدان طاقة الكم الضوئى أثناء عبوره الطويل من المجموعات النجومية إلى المشاهد ، أى على أنه شيخوخه تصيب الضوء ، إلا أنه لا توجد حقائق فيزيائيه تؤيد ذلك حتى الآن . ولو إفترضنا وجود تلك الظاهرة فإنه سيكون من الصعب بمكان الفصل بين الجزء من الإزاحة الحمراء الحادث بسبب الشيخوخه وبين الجزء الحقيق الناشئ من ظاهرة دوبلر التى تبدو مؤكده من خلال أرصاد أخرى .

بدأت معرفتنا لبعض الشئ المؤكد عن كثافة الإشعاع الذى يملأ الكون فقط منذ عام ١٩٦٥ .

ويتضح من الأرصاد الراديويه الفلكيه أن شدة هذا الإشعاع وكذلك تركيبه الطيفى ينطبق تماما مع جسم أسود مشع درجة حرارته ٣ ك ، وذلك بالحد الذى تسمح به دقة الأرصاد . والدليل على أن مصدر إشعاع الثلاث درجات موجود فى أعماق الكون وليس بأية درجة ناشئ عن المصادر المنعزله القريبه منا هو إستقبالنا لهذا الإشعاع من جميع الإتجاهات . أى أن هذا الإشعاع – فى حدود الدقة الممكنة – متماثل (متساو فى جميع الإتجاهات) .

نماذج الكون : فى كل نظرية عن الكون ككل تدخل إفتراضات محدده وبسيطة بقدر المستطاع ومتوافقه مع القوانين الطبيعيه الأساسيه المعروفه . وحسب نوع الفروض تنتج نماذج كونيه مختلفة ، أى نظريات عن حالة الكون الحالية عن تغيير تلك الحالة ، مع ملاحظة أنه ليس من المقطوع به أن تكون تلك النماذج مماثله للحقيقه تماما . وعن طريق المقارنه بالأرصاد يمكننا تقرير ما إذا كانت النماذج تناظر الحقيقه تماما .

تشترك جميع النظريات الكسمولوجيه فى إفتراض تعميم نتائج أرصادنا فى الجزء المرئى من الكون على الكون كله . لهذا نعتبر أننا نشاهد جزءا كبيرا من الكون يعد بمثابة ممثل للكون كله . كما نفترض كذلك أن الكون متجانس ومتماثل ، أى أنه لا توجد منطقة من الكون تمتاز على غيرها وكذلك لا تميز إتجاه على غيره . بحيث أن أى راصد ثابت بالنسبه لما حوله من مادة يرى الكون من جميع الاتجاهات بنفس النظره أى يرى من كل نقطه نفس توزيع الكثافة وظروف الحركه . (لا يتأثر إفتراض تشابه توزيع المادة فى الكون بوجود تجمعات المادة فى المجموعة النجومية وذلك بسبب صغر حجم المجموعة النجومية بالنسبة للحجم الكبير المأخوذ فى الإعتبار . يمكن إعتبار المادة المتجمعة فى المجموعات النجومية موزعة بإنتظام فى الفضاء الذى تحتله هذه المجموعات بدون أن يؤثر ذلك على توزيع الكثافة الهام فى الكون . كما يمكن التغاضى عن التركيب الذرى والجزيئى . وكذلك عن التأرجحات فى الكثافة أثناء دراسة الكتل الغازيه فى الحالة التى نهتم فيها فقط بالتوزيع فى الفراغ الكونى الكبير .) يطلق على هذا الإفتراض الإضافى عموما إفتراض التجانس أو إفتراض العالميه . ويقضى إفتراض التجانس بأنه لا يوجد راصد مميز عن غيره فى الكون وأنه لا يمكن بأية وسيلة للرصد تحديد مركز للكون . بالاضافة إلى ذلك يُفترض أيضا أن القوانين الطبيعيه التى تم إكتشافها لها طابع السياده على كل أنحاء الكون فى الزمان والمكان .

إن النظريات الكسمولوجيه الحديثه ترتكز بدرجة كبيره على ← نظرية النسبية لأينشتين (١٨٧٩ – ١٩٥٥) . ويرجع السبب فى ذلك إلى أن هذه النظرية تمثل الإرتباط بين الجاذبية وشكل الكون . وفى هذا الشأن فإننا لا نصرف النظر عن المادة الموجودة وإنما نأخذ فى الإعتبار ظروف الماده وشكل اللون معا .

ليس الفضاء فى الكسمولوجى النسبى إقليديا (فالإقليدية تنطبق على التفكير فى الحيز العادى) . بذلك فإن أى فراغ كروى متناهى الحجم ، وعليه فإن كتلة الأجسام المنتشره فيه متناهية كذلك . وعلى الرغم من كون الفضاء متناهى إلا أنه غير محدود ، حيث أن تركيبه غير واضح على خلاف ما ينطبق فى حالة التركيب الإقليدى التقريبى حول نقطة . إن هذا لا يعنى على الإطلاق دلائل ضد التركيب الإقليدى كما أن عدم إدراك الجسيمات الأوليه فى الفيزياء لا يمس المعرفة الفيزيائية . والفضاء ثنائى الإحداثيات المناظر للفضاء الكروى هو سطح الكره التى يمكن إعطاء مساحة سطحها بالسنتيمتر المربع ، أى أنها مقفولة ولكن لا توجد عليها حدود . والقفل وعدم التحديد يمكن إثباته بالدوران المنتظم ، حيث تصل نقطة ما بعد زمن متناهى إلى نفس نقطة الإنطلاق بدون أن

تترك السطح . وكمثل الطريقة التى يتم بها تحديد نصف قطر للسطح الكروى فإنه يمكن أيضا بالنسبه للفضاء الكروى تحديد نصف القطر . ويعنى التغيير الزمنى فى نصف القطر إما تمدد أو أنكماش الفراغ المنحنى ثنائى أو ثلاثى الإحداثيات . فى هذا الشأن لا تتحرك المادة فى فضاء إقليدى ثلاثى الإحداثيات وغير متناهى بل أن الفضاء يختلف عن ذلك . وكما يحدد مشاهد تمددا على سطح كرته ـ كل النقط تبتعد عنه فى إتجاه نصف القطر تماما وتتناسب سرعة التمدد مع المسافة المقاسه على سطح الكره ـ يمكن أن يفعل مشاهد نفس الشئ أيضا فى فضاء كروى منحنى وثلاثى الإحداثيات . كذلك فإنه يمكن أيضا تحديد إنحناء الفضاء . فالفضاء الكروى المنظور ـ أى السطح المرئى على سطح الكره ـ يزداد بصورة أبطأ عما فى حالة الفضاء الإقليدى ـ وعلى الكره أبطأ منه فى المستوى . وبجانب الفضاء الكروى المنحنى يلعب الفضاء الزائدى المنحنى (على قطع زائد) دورا فى الكسمولوجى النسبى ، وهو على النقيض من الفضاء الكروى ليس مقفولا وإنما مفتوح (بالحركة الدائمة المستقيمة لا تصل إلى نقطة الانطلاق)

وإنطلاقا من أفكار أينشتين من أن الجاذبية الناشئه مما فى الكون من مادة ، تؤثر فى قوانين حركة وتركيب هذا الكون ، إستنتج الرياض السوفيتى «فريد مان» (١٨٨٨ ـ ١٩٢٥) أن هناك تعارض بين الكون الإستاتيكى غير المتغير وبين أسس الفيزياء . مثل هذا الكون الإستاتيكى لن يكون له تطور ـ على النقيض من كل الأجسام التى فيه ـ أى أنه لن يكون له تاريخ . أما النموذج الذى وضعه «فريدمان» للكون فيفترض أن أبعاد الكون تعتمد على الزمن وأن هذا الكون يخضع للتطور كأى جسم فيه . وتسمح المعادلات الرياضيه لأساسه بوجود تمدد و إنكماش للكون ، فعلى سبيل المثال . من الممكن أن يكون هناك تمدد أولا ثم ينعكس بعد وقت محدود إلى إنكماش يؤدى إلى تجميع الكون أو يتخذ الاتساع فى البطئ تدريجيا حتى يصل الكون إلى حالة ثابته بعد زمن لا نهائى : أو أن يكون الكون قد إنكمش من اللانهاية إلى أصغر حجم له ثم أخذ بعد ذلك فى التمدد . إلا أن المعادلات الرياضيه تترك تركيب الفضاء الكونى غير محدد . ويمكن أن يكون هذا الفراغ كرويا أو إقليديا أو زائديا ، والفصل فى ذلك بين النماذج الكونية ، لإختيار أصدقها لوصف حالة الكون ، لا يمكن أن يقطع به إلا الأرصاد . (تعطى المعلومات الرياضيه فقط العلاقة بين أبعاد الكون الحالى ككل مثل متوسط الكثافة المادية وبين سرعات كل من الإنكماش أو التمدد وكذلك تركيب الفضاء) . وتمثل سرعة التمدد إحدى هذه الحقائق المرصوده الذى إكتشفها «هبل» للمجموعات النجوميه الخارجيه . وهذه الحقيقه توضح أننا نعيش فى عالم يتمدد .

إننا إذا ما تابعنا الإتجاه العكسى لتمدد الكون فسوف نصل إلى النتيجة الضرورية وهى أن الكون كان مقصورا على حيز صغير منذ حوالى ١٠ إلى ١٥ بليون سنه . وفى هذا الحيز كانت كثافة الماده عاليه جدا . ولو رجعنا إلى الوراء أكثر من ذلك فإننا نصل إلى زمن كانت فيه الكثافة لا نهائيه فى كبرها . يُرمز لهذه النقطه الزمنيه بالأحاديه الكونيه (وكذلك الدوى الأول أو الفرقعه الأولى) كما يرمز للزمن المنقضى منذ ذلك الوقت بعمر الكون . أما ما حدث قبل هذا التاريخ وما كان يدور فى أثناءها فلم نصل إلى إجابات عليه حتى الآن ، لأن القوانين الطبيعيه المعروفه بالنسبه لنا لا تكفى بأى حال من الأحوال إلى فهم خصائص الماده فى مثل هذه الظروف الفريده ، على سبيل المثال بالقرب من نقطة الأحاديه الكونيه . لهذا فإن الرجوع بتاريخ الكون إلى هذه النقطه وما قبلها لا معنى له .

يتضح من حساب نماذج النسبيه للكون التى تصفه بالتمدد أنه عند نقطة الأحاديه الكونيه لم تكن الكثافه فقط عاليه جدا وإنما كذلك كانت درجة الحراره بالإضافة إلى هذا فإن تلك الحقبه الزمنيه

كانت تتميز بوجود إشعاع غزير ذو طاقه عاليه . تحت هذه الظروف أمكن حدوث تفاعلات نوويه ، أدت إلى بناء بعض العناصر الثقيله وعلى وجه الخصوص الهليوم من الهيدروجين الموجود ← (نشأة العناصر) . إستمرت هذه الحالة لفترة قصيره . فخلال التمدد إنخفضت كثافة كل من المادة والإشعاع بسرعه . ويلاحظ أن هناك إختلافا مميزا ، إذ بينما تقل الكثافة فى تناسب عكسى مع الحجم المتزايد (مضاعفة الحجم تؤدى إلى تنصيف الكثافة) ، فإن كثافة الإشعاع أخذت فى التناقص بدرجة أسرع ، وفى هذا المجال لا يتناقص فقط عدد الفوتونات الضوئيه حاملة الطاقة بل تتاقص كذلك طاقة كل فوتون وتزداد بإستمرار طول موجته ، أما العدد الكلى للفوتونات فى الكون فيبقى ، من الوجهة العملية ، بدون تغيير . كذلك يظل توزيع الفوتونات الضوئيه حسب طاقتها دائما مثل ما يعطيه قانون بلانك ، أى أن ، الإشعاع الموجود فى الكون منذ الفرقعه الأولى يُمثل إشعاع جسم رمادى .

حقق إشعاع الثلاث درجات ، الذى أكتشف فى عام ١٩٦٥ الشروط النظرية حسب النماذج النسبيه للكون : وهذا الإشعاع رماديا ويناظر درجة حراره منخفضه جدا (تقريبا ٣° ك) وهو أيضا متماثل ، أى ليس له إتجاه مميز . بإكتشاف هذا الإشعاع من الحالة المبكره لكوننا المتمدد أصبحت هذه المرحلة من تاريخه ممكنه الرصد .

ولا يمكن حتى الآن قول اى شئ عما إذا كنا نعيش فى كون مغلق أى محدود أو مفتوح أى لا نهائى ، وذلك لأن دقة الأرصاد لا تكفى وخصوصا بالنسبة للكثافة المتوسطة ، كما ينطبق نفس الشئ بالنسبه للتغيير الزمنى المحتمل فى سرعة التمدد .

على عكس النماذج الكونيه التى تفترض توزيعا متماثلا للماده فإن النماذج التى تفترض تأرجحات فى الكثافه ،تستطيع شرح توزيع المادة فى الكون بطريقة أفضل وإن كانت تلك النظريات أكثر صعوبه من الناحية الرياضيه .

بجانب النماذج النسبيه التى تعطى تطورا زمنيا للكون فإن نظرية الحالة الثابته قد حازت على أهمية خاصه . فى هذه النظريه يضاف إلى فرض التماثل أن الكون يبقى دائما فى حالة غير متغيره على الرغم من التمدد . وحتى تظل الكثافة ثابته لابد أن تنشأ ماده جديده ، الشئ الذى لم يتمكن العلم من الربط بينه وبين قوانين الفيزياء الذريه والنوويه . ومن ناحية الأرصاد فإن التدليل على التطور الجديد للماده غير ممكن ، لأن التمدد يحدث ببطئ شديد يجعل نشأة ذرة هيدروجين فى داخل معمل أرضى غير محتمل على الإطلاق . وقد فقدت نظرية الكون الثابت قدرتها على شرح الكون الحالى بعد إكتشاف إشعاع الثلاث درجات .

عرض تاريخى : إقتصر التفكير فى الكون فى العصور القديمه والعصور الوسطى على التوقعات الفلسفيه وذلك بدون أدلة طبيعيه لصالح أو ضد تخيلات معينه . وترجع أقدم فكره عن أن الكون ممتد فى اللانهاية ومملئ بالنجوم إلى الفيلسوف اليونانى «ديموكريت (٤٦٠ إلى ٣٧١ ق. م)» . ثم أعطى الفلكى الإنجليزى «هالى» (١٦٥٦ ـ ١٧٤٢) أساسا لذلك ، حيث إعتقد أنه فقط فى حالة إمتداد الماده إلى اللانهاية فى الكون تكون هذه الماده فى حالة توازن . وكدليل مضاد قيل بأنه فى حالة التوزيع المتماثل للنجوم وكذلك للماده فى الكون فإن السماء تكون مضيئه كضوء الشمس نظرا لوجود نجوم حول الأرض فى جميع الإتجاهات . وعلى الرغم من هذا وكى تستقيم فكرة الكون غير المتناهى والممتلئ بالنجوم فقد أدخل «أولبرز» فى عام ١٨٢٦ الدليل المضاد عن طريق إمتصاص الضوء ، وبذلك أصبح سقوط التحفظ الذى يقضى باضاءة السماء كمثل ضوء الشمس ضروريا . ثم أوضح كل من «نوى مان»

(١٨٩٦) و«فون سيليجر» (١٨٩٥) أنه تنتج صعوبات من إعتبار الكون لا نهائى وملئ بالنجوم ويخضع لقانون «نيوتن» للجاذبيه ، وذلك لأن القوى التى تؤثر على كل نقطة تكون فى هذه الحالة غير محددة تماما . لقد كان لأفكار «دى سيتر» (١٨٧٨ - ١٩٣٤) ، التى ترتكز على نموذج كونى غير نسبى أهمية خاصة فى الكسمولوجى الحديث . ولإختبار أفكار «دى سيتر» النظرية وكذلك نموذجه عن الكون الذى يتطلب تمددا - فقد جرى البحث ، حول ما إذا كانت توجد قرائن على التمدد مستمدة من المجموعات النجوميه الخارجيه . وقد أدت هذه الأبحاث الى إكتشاف ← ظاهره «هبل» (١٩٢٩) .

الكسوف

eclipse
éclipse *(sf)*
Bedeckung *(sf)*

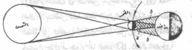
هو إختفاء لجرم سماوى نتيجة مرور جرم سماوى آخر أمامه على طول خط البصر الذى يصل بين المشاهد والجسم السماوى الأول . مثال ذلك كسوف نجم بواسطة القمر (إستتار النجوم) أو بواسطة نجم مزدوج أى كسوف نجم خلال آخر (← المتغيرات الكسوفيه) .

الكسوف والخسوف

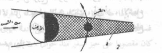
eclipse
éclipse *(sf)*
Finisterniss *(sf)*

هو الإختفاء الجزئى أو الكلى لجرم سماوى إما عن طريق دخوله فى ظل آخر (خسوف القمر) أو حركة جسم آخر بين المشاهد والجرم السماوى بحيث يحجب رؤيته (كسوف الشمس) . وتنتمى أقمار المشترى إلى المجموعة الأولى بينما ينتمى إلى النوع الثانى ← إستتار النجوم خلف القمر وعبور الكواكب الداخلية أمام قرص الشمس وكذلك نقص اللمعان فى حالة المتغيرات الكسوفيه .

كسوف الشمس (أنظر اللوحه رقم ٣) هو من أروع أنواع الكسوف وفيه يمر قرص القمر أمام الشمس فيحجبها لفترة زمنيه قصيره . ويقتضى حدوث ذلك تحقيق شرطين . فيجب أولا أن يكون للجرمين طول بروجى واحد ، أى لابد أن يكون القمر فى طور الهلال الوليد . وحتى لا يحدث ، كما هو الحال فى غالب الأحيان ، أن يمر القمر فوق أو تحت قرص الشمس ، يلزم أن يكون القمر فى هذا الوقت قريبا من مستوى مدار الأرض أى له عرض بروجى بسيط بقدر الإمكان ، أى يكون قريبا من إحدى عقدتى مداره .



١ كسوف الشمس

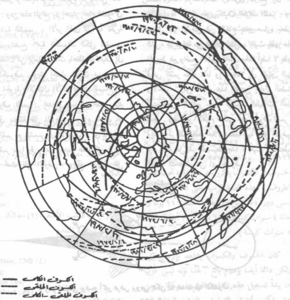


٢ خسوف القمر ومستوى الرسم يمثل مستوى دائرة البروج وتدل a على مخروط الظل التام ، b على منطقة شبه الظل .

إن العلاقات التى سوف يجرى وصفها فيا يلى سوف تصبح أكثر وضوحا إذا تصورنا أنفسنا فى مكان راصد خارج الأرض يتتبع مسقط ظل القمر . وفى الشكل نميز **نواة ظل القمر** ، وهى الجزء الذى لا يصل إليه شعاع الشمس من أى مكان . وفى هذا الحيز المخروطى فاننا لا نرى الشمس . ويحيط بهذه المنطقة حيز **نصف (شبه الظل) الظل** ، الذى يدخله ضوء الشمس جزئيا . والراصد فى منطقة نصف الظل يرى الشمس جزئيه الكسوف . ونرى الشمس كما يرى القمر بنفس الحجم تقريبا من الأرض نتيجة حجم كل منهما وبعده عنا (تبلغ الشمس ٤٠٠ مره أكبر و ٣٩٠ مره أبعد من القمر) . وينتج عن ذلك أن يصل

رأس المخروط إلى الأرض . لهذا فإن المنطقة على سطح الأرض التى يكون فيها الكسوف كليا ، أو **منطقة الكسوف الكلى** ، تكون صغيرة دائما ، وبالتحديد فإن عرضها ٣٠٠ كم على الأكثر . وبسبب كل من حركة القمر ودوران الأرض يجرى مخروط الظل بسرعة تبلغ ٣٥ كم/ دقيقة فوق سطح الأرض . من هنا فإن الكسوف الكلى ، فى منتصف منطقة الكسوف ، يستغرق فى أنسب حالاته ٧٫٦ دقيقة . ويتصل به على جميع الجوانب منطقة شبه الظل العريضة (بضع آلاف الكيلو مترات) ، وفيها نرى أجزاء أقل مختفية من قرص الشمس كلما بعدنا عن منطقة الكسوف الكلى . وتختلف الظروف من كسوف إلى آخر نظرا لتأرجح المسافة بين الأرض والقمر . فإذا

ما كانت هذه المسافة كبيرة جدا إنتهى مخروط الظل قبل بلوغ سطح الأرض . وفى هذه الحالة لا يكون الكسوف كليا فى أى مكان على سطح الأرض ، بل يمكن أن يكون فقط **حلقى** الشكل ، لأن قرص القمر يبدو أقل من قرص الشمس . ومن الممكن أن يبدأ الكسوف حلقيا ثم يصبح كليا (وقد يكون العكس) فيسمى فى هذه الحالة **حلقى ـ كلى** . وإذا ما وصلت رأس المخروط بالكاد إلى سطح الأرض فإن منطقة الكسوف الكلى تنحسر فى خط كما أن فترة الكسوف تقل إلى لحظة . وفى هذه الحالة يكون لكل من الشمس والقمر نفس القطر . ويسمح عدم الملوسة التامة لسطح القمر برؤية ضوء الشمس فى بعض المواضع (ظاهرة الحبل اللؤلؤى) . وإذا ما مر مخروط



٣ مسار مناطق الكسوف الكلى خلال الفترة بين ١٩٧٠ و ١٩٩٠ .

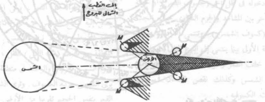
الظل قريبا من الأرض فإنه من الممكن أن تقع منطقة المشاهد فى منطقة نصف الظل بحيث يشاهد الكسوف جزئيا .

يحدث فى أثناء الكسوف هبوط ملحوظ فى درجة حرارة الأرض . ويمكن أن يرى مشاهد على جبل ظل القمر وهو يتحرك على الوادى . وقبل الكلية بقليل يشاهد تأثيرات ضوء وظل (الظل الطائر) .

فى أثناء الكسوف الكلى للشمس تتاح إمكانية ذهبية للفلك ، لأن الضوء الغزير والمتشتت من فوتوسفير الشمس يصبح غير موجود . وهذا الضوء يطغى فى العادة على كل الإشعاعات الضوئية الخافتة من حافة الشمس وما يجاورها من مناطق . لذلك فإنه يمكن أثناء الكسوف تصوير كل من الكورونا والكروموسفير أو تحديد مواقع النجوم القريبة من حافة الشمس . ومن هذه المواقع يتم إختبار إنحناء الضوء فى مجال جاذبية الشمس ، الأمر الذى تتنبأ به نظرية آينشتين . وتتضح أهمية الكسوف الكلى للشمس بالنسبة للفلك من إرسال بعثات باهظة التكاليف إلى مكان الكسوف . ويتم إختبار المكان من حيث الظروف الجوية (الإحتمال الأكبر لصفاء السماء) .

خسوف القمر : يحدث خسوف القمر عند دخوله فى منطقة ظل الأرض . ويلزم لذلك أن يتواجد القمر مع الشمس فى الإتصال ، أى لابد أن يكون القمر بدرا وقريبا من إحدى عقده كى لا يمر فوق أو تحت ظل الأرض . ويبلغ مخروط ظل الأرض ثلاث مرات تقريبا قدر قطر القمر وذلك على بعد الأرض المتوسط من الشمس (شكل ٢) ، بحيث يصبح القمر أن يتحرك قدر قطره مرتين تقريبا فى أثناء الخسوف عندما يتواجد فى منتصف المخروط تماما . ولهذا فإن الخسوف الكلى يستغرق زمنا يصل إلى ١٠٠ دقيقة (← حركة القمر) . وتقدر المدة التى يستغرقها الخسوف من أول ملامسة القمر للظل حتى آخره بنحو ٣٫٥ ساعة . أما إذا إبتعد القمر عن العقدة فإنه لا يدخل كلية إلى منطقة ظل الأرض بل يمر جزء منه فى الظل وتكون النتيجة خسوفا جزئيا . وكل خسوف يمكن رؤيته من جميع المناطق التى يكون القمر بالنسبة لها فوق الأفق .

إن ظل كل من الأرض والقمر يختلف فى حجمه فقط . أما الإختلافات الأخرى فترجع إلى أن الأرض لها غلاف جوى كثيف بخلاف القمر . وما يدخل جو الأرض من إشعاع يتغير مساره بعض الشىء عما نتوقعه من مخروط الظل ، بحيث يظهر هذا المخروط غير واضح الحدود تماما . ولهذا أيضا لا يظهر قرص القمر مظلما تماما وإنما مائلا إلى اللونين البنى والأحمر . ومن خلال هذا التلوين يحاول العلماء إستخلاص النتائج حول تركيب الطبقات العليا للجو . وهذا هو الاهتمام العلمى تجاه خسوف القمر . وإذا ما مر القمر فقط خلال منطقة شبه الظل الأرضى فإنه لمعانه يقل بدرجة بسيطة جدا ، بحيث لا نستطيع إطلاقا التحدث عن أى خسوف .



٤ رسم تخطيطى يوضح أكبر عرض بروجى يمكن أن يحدث فيه الكسوف.
بين مركزى الأرض والشمس الطول البروجى صفر.

شيوع الكسوف والخسوف : بالنسبة لمكان رصد معين يتكرر خسوف القمر أكثر من كسوف الشمس وذلك لأن الكسوف يمكن رؤيته فقط فى منطقة صغيرة . ولكن بالنسبة للأرض كلها فإن كسوف الشمس يحدث عدديا مثل خسوف القمر مرة ونصف . ويوضح لنا شكل ٤ كيف يحدث ذلك . فحتى يحدث الإحتكاك للقمر مع ظل الأرض يلزم أن لا يزيد العرض البروجى للقمر أثناء الاستقبال عن درجة واحدة . وبخلاف ذلك يمكن أن يحدث كسوف الشمس حتى عندما يبلغ العرض البروجى للقمر أثناء الاقتران ١٫٥ ، ومن الطبيعى أن يكون إحتمال ذلك أكبر من الإحتمال الأول . وقد قام الفلكى النمسوى «أوبلتزر» فى كتابه «مواقع الكسوف والخسوف» بعرض كل الخسوفات والكسوفات من عام ١٢٠٧ قبل الميلاد حتى عام ٢١٦١ . وفى القرن العشرين سيحدث ٢٢٨ كسوفا و ١٤٨ خسوفا (الجدول VI ، VII فى التذييل) .

يلزم لحدوث الكسوف أو الخسوف إقتران طور الهلال أو البدر مع عقده . ويعود نفس الطور بعد شهر إقترانى . لكن مرور القمر بعقدته يحدث بعد شهر دراكونى . وحيث أن ٢٢٣ شهرًا إقترانى (= ٢٢٣ × ٢٩٫٥٣٠٦ يوما = ٦٥٨٥٫٣٢١٦ يوما) يبلغ نفس الوقت تقريبا مثل ٢٤٢ شهر دراكونى (= ٢٤٢ × ٢٧٫٢١٢٢ يوما = ٦٥٨٥٫٣٥٧٢ يوما) فإن الخسوف أو الكسوف يتكرر بعد هذه المدة تحت نفس الظروف . وهذه الفترة الزمنية حتى التكرار الدورى تسمى دورة «ساروس» (≈ ١٨ سنة و ١١ يوما فى حالة ٤ سنوات كبيسة أو ١٨ سنة ، ١٠ أيام فى حالة ٥ سنوات كبيسة) .

كان الخسوف والكسوف يشاهد بإنزعاج كبير ولكن دائما أيضا بإهتمام بالغ . لهذا فإنه ليس غريبا أن يبدأ تسجيل هذه المشاهد الطبيعية مبكرا . ومن هنا يمكن تحديد التسلسل الزمنى للحضارات القديمة ، لأنه يمكن حساب أوقات الخسوف والكسوف السابقة . وفى الأساطير القديمة نجد تصوير الكسوف أو الخسوف بأن الجرم السماوى سوف يبتلعه كائن أسطورى (التنين على سبيل المثال) ومن هنا تسمى العقد القمريه بالعقد التنينية . وقد كانت دورة ساروس معروفة منذ الخلدين وأستعملت بعدهم فى جميع العصور القديمة فى التنبؤ بمواقيت الكسوف والخسوف . وكان إكتشاف التفسير الصحيح لذلك مبكرا عندما لوحظ حدوث الكسوف والخسوف فى الإقتران والإستقبال أى وقتى الهلال والبدر على التوالى .

كسوف الشمس

solar eclipse
éclipse solaire *(sf)*
Sonnenfinsternis *(sf)*

← الكسوف والخسوف .

كلاب الصيد

Canis Venatici, CVn *(L)*
hunting dogs
chiens de chasse *(pm)*
Jagdhunde *(pm)*

إحدى كوكبات نصف الكرة الشمالى . وتوجد بهذه الكوكبة كثير من السدم غير المجرية ومنها السديم الحلزونى الجميل M51 ، الذى يشاهد على شكل بقعة ضوئية سديمية بواسطة نظارة ميدان قوية (انظر اللوحة) . ومن السهل رصد الحشد الكروى M_3 على الحدود مع كوكبتى العواء وشعر برنيقة .

الكلب

dog
chien *(sm)*
Hund *(sm)*

(١) ← الكلب الأصغر ، (٢) ← الكلب الأكبر ، (٣) ← الكلب المتقدم .

الكلب الأصغر

Canis Minor, CMi *(L)*
little dog
petit chien *(sm)*
kleiner Hund *(sm)*

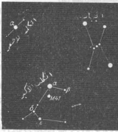
كوكبة فى المنطقة الإستوائية تشاهد فى ليالى

الشتاء . والنجم الرئيسى فى هذه الكوكبة هو النجم α أو ← الشعرى الشاميه ، الذى ينتمى إلى ألمع نجوم السماء .

الكلب الأكبر

Canis Major CMa *(L)*
greater dog
grand chien *(sm)*
grösser Hund *(sm)*

هو كوكبة تقع جنوب خط الإستواء السماوى ونشاهدها فى ليالى الشتاء . والنجم الرئيسى فى هذه الكوكبة هو α أو ← الشعرى اليمانية ، ألمع نجم فى السماء . وعلى بعد حوالى ٤° جنوب الشعرى اليمانية يوجد الحشد النجمى M41 . وخلال الكوكبة يمر الطريق اللبنى .



وضع كوكبتى الكلب الأكبر والكلب الأصغر بالنسبه لبعضها وللجبار . والنجم فى كوكبة الكلب الأكبر هو الشعرى اليمانيه بينما فى الكلب الأصغر هو الشعرى الشاميه .

	الشعرى اليمانيه	الشعرى الشاميه
اللمعان (بالقدر)	ـ٤٣ر١	٣٥ر٠
النوع الطيفى	A1	F5
نوع قوة الإشعاع	V	IV
المسافه (بارسك)	٧ر٢	٥ر٣

الكلب المتقدم

Procyon *(L)*

هو نجم ← الشعرى الشامية .

الكلف الشمسى

sunspots
tache Solaire *(sf)*
Sonnenfleck *(sm)*

← البقع الشمسية .

الكلّية

totality
totalité *(sf)*
Totalität *(sf)*

يقصد بها فى الفلك تمام ← الكسوف . ويسمى الحيز الذى يحدث فيه كسوف الشمس كليا بطاق الكلية .

كم بلانك الفعال

Planck's effective quantum
quantum effective de planck *(sm)*
planckisches Wirkungsquantum *(sm)*

يرمز له بالرمز h وهو ثابت أدخله « بلانك » لأول مرة عام ١٩٠٩ فى نظرية الكم ، h = ٦٢٦ر٦ × ١٠$^{-٢٧}$ إرج/ث ، أى أن له وحدات الشغل (طاقة × زمن) .

الكم الضوئى أو الفوتون

light quantum
photon *(sm)*
Lichtquant *(sn)*

هو حامل الطاقة والدفع فى موجة ضوئية . ومن الممكن تخيل القطارات الموجية متجمعة تكون الكم الضوئى إذ أنه تبعا لنظرية الكم للضوء يمكن إعتبار الضوء فى نفس الوقت ذو صفات موجية وجسيمية . والضوء مكون من أصغر الجسيمات وهى الكمات الضوئية مثلما تتكون المادة من الذرات . وعلى وجه الخصوص فإن الطاقة الضوئية لا يمكن إمتصاصها أو إنبعاثها لكمية إختيارية وإنما على شكل احدى أو عديد من الكمات الضوئية . وتعتمد طاقة الكم الضوئى E على ذبذبة الإشعاع ν وبالتالى على طول الموجة λ ، وتربط بينهما العلاقات $E = h\nu = hc/\lambda$ حيث = ٦٧ر٦ × ١٠$^{-٢٧}$ إرج/ث ، وهو عبارة عن كم بلانك ، بينما C = ٣ × ١٠^{١٠} سم/ث ، وهى سرعة الضوء . وعلى ذلك فإن الضوء قصير الموجة ، على سبيل المثال الضوء البنفسجى ،

يتكون من فوتونات أعلى فى طاقتها عن فوتونات الضوء طويل الموجة مثل الأحمر . وحسب نظرية النسبية فإنه يمكننا أن نخص كل كم ضوئى بدفع P وكتله m . والطاقة E تقابل تبعا لهذه النظرية كتله محدودة تربطها مع الكتلة العلاقة : $E = mc^2$ ،

لذلك فإن كتلة الكم الضوئى :

$$m = \frac{E}{C^2} = \frac{h\nu}{C^2}$$

ويتم حساب الدفع كحاصل ضرب الكتلة m والسرعة c أى أن :

$$P = mc = \frac{E}{C^2}C = \frac{h\nu}{c}$$

ويرجع تقسيم الطاقة إلى كمات إلى كل من «ماكس بلانك» (١٩٠٠) و «ألبرت آينشتين» (١٩٠٥) .

كمية الحركة

momentum, quantity of motion
quantité de mouvement *(sf)*
Impuls *(sm)*, **Bewegungsgrösse** *(sf)*

هى حاصل ضرب كتلة الجسم وسرعته . والبعد المناظر لذلك فى حالة الحركة الدورانية هو كمية الحركة الزاويه وهى عبارة عن حاصل ضرب العزم والسرعة الزاوية للجسم الدوار . ونحصل على العزم عندما نوجد mr^2 لكل عنصر وزنى كتلته m وبعده عن محور الدوران r ، ثم نقوم بتجميع هذه النتائج لكل العناصر الوزنية .

ولكل من كمية الحركة وكمية الحركة الزاوية كميات غير متغيرة :

(أ) فكمية الحركة ثابتة عندما لا تؤثر على الجسم آية قوى ، (ب) وكمية الحركة الزاوية ثابتة عندما لا يؤثر على الجسم أى عزم .

كمية الحركة الزواية

moment of momentum
moment angluair *(sm)*
Drehimpuls *(sm)*

انظر ← كمية الحركة .

كنتورات الخطوط الطيفية

contours of the spetral lines
contours des raies *(pm)*
Linienkonture *(pf)*

← الطيف .

كوازار

Quassar

هو إختصار من الإنجليزية لإسم ← المنابع الراديوية الشبيهة بالنجوم .

كوبرنيكوس

copernicus
copernicus
Kopernikus

هو نيكولاوس كوبرنيكوس وبالبولندية نيكولاى كوبر نيك ، مطران وطبيب وفلكى ولد بتاريخ ١٩ فبراير ١٤٧٣ فى بلدة تورون وتوفى بتاريخ ٢٤ مايو ١٥٤٣ فى فرومبورك (فرونبورج) . فقد كوبرنيكوس والده فى سن العاشرة فتولى عمه أسقف أرملاند تربيته . وبدأ كوبرنيكوس تعليمه فى بلدة كرا كوف عام ١٤٩١ ، حيث يمكن أن يكون قد إستمع فيها إلى محاضررات عن الفلك . وفى عام ١٤٩٦ سافر لدراسات أخرى إلى إيطاليا وذلك لفترة طويلة أولا فى بولونيا . وهناك درس القانون ، على وجه الخصوص ، وبجانب ذلك إهتم بالفلك . ثم أرسله البابا فى عام ١٥٠٠ إلى روما لدراسة الفلك وبعد إلى بادورا حيث درس الطب ، على وجه الخصوص حتى عام ١٥٠٣ ، بعدها عاد إلى وطنه فمكث بعض الوقت فى كراكوف ، حيث عمل كطبيب أمراض باطنية لعمه فى هايلسبرج (الآن ليدزبارك فارمنسكى) . وبعد وفاة عمه رحل كوبرنيكوس فى عام ١٥١٢ كمطران إلى فراون بورج ، حيث بقى هناك إلى نهاية أيامه . فوجد هناك الوقت الوقت الطويل لدراساته الفلكية . وبين الحين والآخر شغل كوبرنيكوس مناصب إدارية ودينية .

ترجع شهرة كوبرنيكوس إلى تبنيه فكرة وجود الشمس وليس الأرض كجسم ثابت فى مركز المجموعة

الشمسية (العالم المعروف حتى وقتها) ، على أن تتحرك الأجسام الأخرى حولها . وبنظرة مركزية الشمس هذه وقف كوبرنيكوس مناهضا لتعاليم بطلميوس عن مركزية الأرض ، التى ظلت وقتا طويلا غير قابله للطعن . وليس معروفا على وجه الدقة متى كون كوبر نيكوس رأيه عن مركزية الشمس بدلا من مركزية الأرض ، ومن المحتمل أن يكون ذلك قد حدث مبكرا جدا حوالى عام ١٥٠٧ . وعلى أى حال فإن كوبرنيكوس قد قام فى عام ١٥١٠ بكتابة مقال صغير قدم فيه رأيه ، وإصطدم فيه بصعوبات أراد تذليلها أولا قبل توزيع مقال أكبر . ولهذا الغرض قام كوبرنيكوس بأخذ أرصاد بنفسه وإن لم تساعده ، حيث أنه أخذها بواسطة أجهزة بائسة بناها بنفسه ، ولذلك رجع إلى أرصاد قديمة مليئة بالأخطاء . وقد أنهى كوبر نيكوس بحثه الكبير بعد عام ١٥٣٠ ببضعة أعوام وإن كان قد تردد فى نشرة بسبب ما بدى له من صعوبات جديدة فى تفسير حركة الكواكب . ولم يسمح كوبر نيكوس بطبع أى نسخة من هذا البحث إلا عام ١٥٤٠ حيث طبع منه نسخة واحدة ثم بعد ذلك ـ نتيجة لضغط من أصدقائه ـ إضطر إلى طبع كتابه كله . وقد وصلت أول نسخة من الكتاب يوم وفاته إلى فروان بورج . وكان عنوان هذا الكتاب الشهير قد تغير أثناء الطبع بدون علم كوبر نيكوس . وإحتوى الكتاب بالاضافة إلى الأفكار الجديدة عن المجموعة الشمسية على مقدمة قصد بها واضعها إضعاف إستنتاجات كوبرنيكوس .

وقد إستند كوبرنيكوس فى نظريته التى قدمها فى هذا الكتاب إلى أن حركة الأجسام السماوية يمكن تفسيرها بطريقة أفضل وأبسط إذا تركنا فكرة وجود الأرض فى مركز الكون . وقدم تعاليمه بأن الشمس تمثل مركز الكون وتدور حولها الكواكب فى مدارات دائرية . والحركات المرصودة للأجرام السماوية عبارة عن حركات ظاهرية تأتى من ناحية من حرمة الأرض والكواكب الأخرى فى مداراتها ومن ناحية أخرى فهى ناشئة من دوران الأرض حولها محورها . وبذلك وضع كوبرنيكوس الأساس للآراء الحديثة . وقد أدى به إفتراض مدارات دائرية إلى إختلاف مع الأرصاد ، وبذلك وجد نفسه مضطرا للتخلى عن جزء من نظريته كما لجأ بالاضافة إلى ذلك إلى حركات إيبيسيكل من جديد . وبالرغم من ذلك لم تتمكن نظريته الكوكبية من تفسير الأرصاد بدقة أكثر عن النظريات القديمة . وبذلك لم تعارض تعاليمه فى القرن اللاحق من الكنيسة فقط وإنما رفضها الفلكيون أيضا . أما الدليل على صحة تعاليم كوبر نيكوس فقد أعطاه كبلر بعد ٨٠ سنة ، بعد أن حرر نظرية كوبر نيكوس من نقائصها ، وإن ظلت جداول تحسب على أساس كتاب كوبر نيكوس ، كما أستعملت بعضها كأساس للتقويم الجريجوريانى . ويأتى الدليل على أن كوبر نيكوس كان معروفا جدا أثناء حياته من البحث عنده عن نصائح لتعديل التقويم الذى طال التخطيط من أجله .

الكوثل

Pupis, Pup *(L)*
pupis
poupe *(sf)*
Achterschiff *(sn)*, **Hinterteil des schiffs** *(sm)*

إحدى كوكبات نصف الكرة الجنوبى ، التى ترى فى ليالى الشتاء وتمر بها سكة التبانة . ويوجد بالكوثل مجموعة من الحشود النجمية .

الكورونا

corona
couronne *(sf)*
Korona *(sf)*

(١) الكورونا الشمسية (٢) **الكورونا المجرية** ؛ ← الإشعاع الراديوى .

الكورونا الشمسية

solar corona
couronne solaire *(sf)*
Sonnenkorona *(sf)*

[اللوحة ٣] هو الإكليل خافت الإضاءة والممتد بعيدا حول قرص الشمس ، وكذلك الطبقات

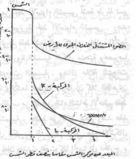
الخارجية قليلة الكثافة جدا من الغلاف الجوى الشمسى فوق كل من فوتوسفير وكروموسفير الشمس . أى أننا نعنى بتسمية الكورونا الشمسية من ناحية ظاهرة ضوئية ومن ناحية أخرى مادة لها علاقة مباشرة بالشمس (مادة الكورونا) ، مع ملاحظة أن جزءا فقط من مادة الكورونا يتسبب فى الاضاءة .

إن الطبقات التى تعلو كروموسفير الشمس من الغلاف الجوى الشمسى يمكن إعتبارها الأجزاء الخارجية من غلاف الشمس الجوى أو - عندما نقصر إصطلاح الغلاف الجوى الشمسى على كل من الفوتوسفير والكروموسفير - الطبقات الإنتقالية بين الغلاف الجوى الشمسى ومادة ما بين الكواكب . وهذه الطبقات ممتدة أكثر بكثير عن طبقات الفوتوسفير والكروموسفير اللتان تحتها . يتكون غاز الكورونا الشمسية من ذرات متأينة ، غالبا من الهيدروجين والإليكترونات الطليقة التى يمكن إستخراج كثافتها من الأرصاد . وتقل كثافة الإليكترونات دائما كلما إبتعدنا عن الشمس . يحدث هذا الانخفاض سريعا جدا فى الأجزاء الداخلية من الكورونا الشمسية ، بينما يوجد إنتقال دائم إلى كثافة غازات ما بين النجوم فى الأجزاء الخارجية . وعلى إرتفاع حوالى مرة قدر قطر الشمس وفوق سطحها تقدر كثافة الإليكترونات بحوالى مليون إليكترون لكل سم^{3} .

تقدر درجة حرارة الغاز فى الكورونا الشمسية حوالى مليون درجة أى حوالى ٢٠٠ مرة قدر درجة حرارة الفوتوسفير . ويبدأ الإرتفاع فى درجة الحرارة فى أعلى الكروموسفير ثم يحدث سريعا فى منطقة الإنتقال إلى الكورونا الشمسية . ويرجع عدم رؤية الكورونا الشمسية ، على الرغم من أنها شديدة الاشعاع ، إلى صغر كثافتها . ودرجة الحرارة العالية جدا فى الكورونا تحتاج إلى تعليل . فمادة الكورونا لابد لها من تسخين دائم ، وإلا بعثت تلك المادة بواسطة كثافتها القليلة ودرجة حرارتها العالية بطاقتها وبردت فى بضع ثوان . وقد أعتقد قديما بأن التسخين راجع إلى سقوط مادة من الخارج ، أما الآن فيسود الإعتقاد بأن ذلك راجع إلى تحول الطاقة الميكانيكية . فبتأثير مع التحبب تنشأ موجات صوتية (موجات ضغط بسرعة الصوت) ، تنقل الطاقة الناشئة من مناطق تيارات حمل الهيدروجين خلال الفوتوسفير . وفى أعلى الكروموسفير ذو الكثافة المنخفضة تتحول الموجات الصوتية إلى موجات تصادمية ذات سرعة أكبر من سرعة الصوت تفقد طاقتها هنا وفى الكورونا الشمسية ذات الكثافة الأقل من الكروموسفير. ويكفى حوالى ٠,٠٠٠١ من الطاقة الموجودة فى التحبب كى تصل الكورونا الشمسية إلى درجة حرارتها العالية .

يعمل هروب الجسيمات ذات الطاقة العالية إلى الفراغ بين الكواكب كعامل تبريد بجانب الإشعاع . وتجرى هذه «الرياح الشمسية» خلال كل المجموعة الشمسية بحيث أن غاز ما بين الكواكب ليس إلا مادة كورونا جارية إلى الخارج .

يستدل على الإليكترونات الحرة وبعض أنواع الأيونات فى مادة الكورونا عن طريق جزء من الظواهر الإشعاعية التى يمكن رؤيتها فى بعض



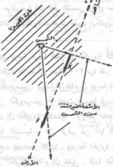
١ العلاقه بين لمعان المركبات الثلاث من الكورونا الشمسيه مع البعد عن مركز قرص الشمس.

المناسبات أو بواسطة الأجهزة المساعدة الخاصة حول قرص الشمس .

فى الحالة العادية لا يمكننا رؤية الكورونا الشمسية بجانب إشعاع قرص الشمس الأكثر فى شدة ضوئه فيها بحوالى مليون مرة . ويتشتت ضوء الشمس فى جو الأرض بحيث تختفى الكورونا كلية بالنسبة للضوء المتشتت ، الذى يتسبب فى إضاءة السماء أثناء النهار (الشكل) . وتظهر الكورونا حول القمر الداكن فقط عندما يختفى قرص الشمس كلية أثناء كسوفها الكلى بواسطة القمر ولوقت قصير . كما يمكن أيضا رؤية الأجزاء الداخلية اللامعة من الكورونا بواسطة كورونوجراف وذلك فى غير أوقات الكسوف .

يمكن تتبع إمتداد الكورونا اللامعة إلى أبعد من خمسة أضعاف قطر الشمس . والإكليل الإشعاعى يغير من شكله بإستمرار ، وله علاقة واضحة مع دورة البقع الشمسية . لذلك فإننا نميز بين **الكورونا العظمى** التى تظهر أثناء النهاية العظمى للبقع الشمسية وبين **الكورونا الهادئة** . أثناء وقت حضيض ، أى أثناء البقع الشمسية . وللكورونا العظمى أشعة طويلة تمتد إلى كل الإتجاهات تقريبا ، بينما الكورونا الهادئة على العكس من ذلك مفلطحة ؛ وتوجد فيها فقط بالقرب من خط الاستواء الشمسى أشعة طويلة تسير فى الغالب موازية لخط الاستواء الشمسى . وعند القطبين توجد فقط أشعة أقصر كثيرا . وبجانب الأشعة نجد فى الكورونا الشمسية أشكال منحنية وخصوصا فوق النتوءات الشمسية . وهناك علاقة للنتوءات الشمسية والأشعة الطويلة ، إذا أن كلا الظاهرتين تحدثان بالقرب من القطبين أثناء النشاط الأعظم فقط للبقع الشمسية . علاوة على ذلك يمكن رصد عقد لامعة فى الكورونا الشمسية . وكل هذه الأشكال يسودها لمعان متشتت يخفت كلما إتجهنا إلى الخارج ، أى بزيادة البعد عن قرص الشمس وذلك حتى ندخل فى الضوء البروجى .

يتضح من طيف الكورونا أن تلك الظاهرة الضوئية تتكون من ثلاثة أجزاء ذات أطياف مختلفة ، وعلى أساس ذلك يمكن التمييز بينهم . **فالمركبة K-** من شعاع الكورونا لها طيف مستمر ، أى ليس لها خطوط طيفية . وتوزيع شدة الإضاءة فى الطيف يماثل الطيف المستمر لأشعة الشمس . **والمركبة F-** لها فى الأساس نفس الطيف مثل ضوء الشمس ؛ أى طيف مستمر عليه خطوط فراونهوفر الإمتصاصية . أما **المركبة L** فتتكون من خطوط إنبعاث منفصلة . وتجمع هذه الأطياف الثلاثة مكونة طيف كلى للكورونا الشمسية ، مكون من طيف إستمرار قوى فوقه خطوط إنبعاث وإمتصاص . ويقل لمعان كل المركبات ومعها اللمعان الكلى للكورونا الشمسية بزيادة البعد عن قرص الشمس ، إلا أن الإنخفاض يختلف من مركبة إلى أخرى (الشكل) . وهذا هو السبب فى تغيير التركيب الطيفى النسبى وبالتالى تركيب الطيف الكلى بالابتعاد عن حافة الشمس . فعلى حافة قرص الشمس تتغلب المركبة K- ، وبعد حوالى نصف قطر الشمس عن الحافة تتغلب المركبة F .



٢ رسم تخطيطى لنشأة كل من المركبة ـF (F) والمركبه ـK (K) من الكورونا الشمسيه فى إتجاه رصد ما .

تشع المركبة ــ L ـ (الطيف الخطى) أيونات مادة الكورونا . وهذا الإشعاع يكون حوالى ١ ـ ٢٪ من الإشعاع الكلى للكورونا . وشدة المركبة ــ L تقل كثيرا وبصورة خاصة مع زيادة البعد عن حافة الشمس . وهذا هو السبب فى أننا نرصدها على أحسن وجه بالقرب من حافة الشمس . ويقتصر الاشعاع على قليل من الأطوال الموجية أى أنه فى الغالب مركز فى بضع خطوط طيفية شديدة . وهذه **الخطوط الكورونية** مثل الخطوط السديمية فى مادة ما بين النجوم غير معروف عنصرها الكيماوى . وفى عام ١٩٤١ إتضح أنها تنبعث من عناصر عالية التأين ، وخصوصا الحديد والنيكل والكالسيوم . بهذه الطريقة ينشأ خط الكورونا الأحمر عند الطول الموجى ٦٣٧٤ أنجستروم من ذرات الحديد المتأينة تسع مرات ، والخط الأخضر عند ٥٣٠٣ أنجستروم من ذرات الحديد المتأينة ١٣ مرة . فى هذه الخطوط تتم الأرصاد ، فى الغالب ، بواسطة مطياف الكورونا (الكورونوجراف) . وخطوط الكورونا خطوط محرمة مثل الخطوط السديمية فى ← غاز ما بين النجوم . ويرجع وجود مثل هذه الذرات عالية التأين إلى درجة الحرارة العالية .

يظهر وجود إليكترونات طليقة فى المركبة ـ K (المركبة المستمرة) من مادة الكورونا . فالضوء الذى نشاهده هو بالتحديد ضوء الشمس منبعث فى إتجاه آخر غير إتجاه خط البصر ثم يتشتت إلى الأرض . من ذلك يمكن أن نتوقع أن يكون طيف هذا الضوء المشتت هو نفس طيف الضوء المباشر إلينا من الشمس . وليست هذه هى الحقيقة لأنه فى كل عملية تشتت تحدث ظاهرة دوبلر أى تغير فى طول موجة الضوء المتشتت ، وذلك عندما تكون الاليكترونات مسببة التشتت متحركة . فإذا ما كانت الإليكترونات متحركة فى غير إنتظام فإنه ينشأ عن ذلك ظاهرة دوبلر حرارية ، يتوزع تبعا لها ضوء موجة معينة على نطاق موجى عريض . بسبب ذلك تظهر خطوط الإمتصاص ، التى كانت موجودة فى طيف الضوء غير المشتت ، متسعة فى طيف الضوء المشتت . وللإليكترونات مادة الكورونا ـ بسبب الارتفاع فى درجة الحرارة ـ سرعات عالية غير منتظمة لدرجة أن خطوط الإمتصاص تتسع بدرجة لا يمكن التعرف عليها . من هنا فإننا لا نجد فى طيف الضوء المشتت ، أى طيف المركبة ـK ، خطوط إمتصاص فراونهوفر الموجودة فى الضوء غير المشتت . وتبعا لذلك يبدو طيف المركبة ـK مستمرا تماما . ومن لمعان المركبة K ونقص لمعانها كلما إتجهنا إلى الخارج من حافة الشمس يمكن تعيين كثافة الإليكترونات فى طبقات مختلفة الارتفاع فى مادة الكورونا .

والمركبة ـF (مركبة فراونهوفر) هى أيضا عبارة عن ضوء شمسى مشتت ، الشىء الذى يتضح من تطابق طيف هذه المركبة مع طيف ضوء الشمس المباشر . لكن التشتت يحدث فى مناطق مختلفة تماما عما يحدث للمركبة ـK ، وبالتحديد فإنه يحدث على الجسيمات الترابية الموجودة فى مادة ما بين الكواكب بين الشمس والأرض . هذه الجسيمات الترابية لها أقطار تتراوح من ١٠^-٦ إلى ١٫٠ سم . ولا يمكن أن تكون هذه الجسيمات موجودة فى منطقة يقل بعدها عن الشمس عن ١٠ أمثال قطرها ، وإلا تبخرت هذه الجسيمات بفعل الإشعاع الشمسى الشديد . أى أن الجسيمات الترابية لا تنتمى إلى الطبقات الخارجية للغلاف الشمسى (مادة الكورونا) . ويرمز لهذه المادة الترابية عادة بالضوء البروجى ، لأنها تنتمى إلى السحابة الترابية ، التى تظهر فى شكل الضوء البروجى على مسافات زاوية كبيرة من الشمس . أى أن المركبة F تمثل بذلك امتداد الضوء البروجى حتى قرص الشمس . وما يظهر فى طيف المركبة ـK من خطوط إمتصاص كالتى توجد فى طيف ضوء الشمس غير المتشتت يرجع إلى أن الجسيمات الترابية الكبيرة لها سرعات أقل كثيرا عن إليكترونات المركبة ـ K ، وذلك على العكس مما يظهر فى طيف الأخيرة . ومن

هنا فهذه الجسيمات تتسبب فى تأثير حرارى دوبلرى صغير جدا .

إن مادة مادة الكورونا لا تشع فقط فى النطاق البصرى من الطيف وإنما أيضا فى كل من الموجات القصيرة والطويلة جدا ، أى بالتحديد فى نطاق أشعة رونتجن والإشعاع الراديوى (← الشمس) . علاوة على ذلك فإن الإشعاع الراديوى الشمسى ، ذو الطول الموجى الأطول عن ١م ، ينشأ كلية من الطبقات العليا فى الكورونا ، لأن هذه الطبقات ليست منفذة للإشعاع المنبعث من الطبقات الأعمق ؛ والطبقات الأعمق والأكثف تظل غير منفذة للإشعاع حتى نطاق الموجات السنتيمترية .

ترتبط كثير من ظواهر ← النشاط الشمسى بظواهر الكورونا الشمسية . ومن ذلك على سبيل المثال المادة فوق الساخنة والمتكاثفة فى الكورونا الشمسية ، **تكثفات الإكليل الشمسى** ، التى يمكن أن تبق لبضع شهور على إرتفاع بضع عشرات الآلاف من الكيلو مترات فوق البقع الشمسية . ويظهر أثر هذه التكثفات فى الإشعاع الراديوى للشمس تماما كالمناطق التى تظهر وقتيا فى الكورونا الشمسية مثل مناطق -R . وربما كان لهذه التكثفات علاقة بمناطق البقع الشمسية فى الفوتوسفير ، إلا أن تركيبها الفيزيائى لا يزال غير معروف . وهناك إشعاعات إضطرابيه قصيرة الزمن فى النطاق الراديوى يمكن أن تكون ناشئة من الإشعاع الجسيمى للشمس أثناء مروره خلال الكورونا الشمسية . ويعتقد أن تكون الإشعاعات الإكليلية الطويلة ناشئة أيضا من التيارات الجسيمية . هذا وقد سبقت الإشارة إلى العلاقة بين تركيب كل من الإشعاع والانحناءات والنتوءات الشمسية . فى النهاية نرى أنه ليس من العجيب فى شىء ، أن يتغير شكل وظواهر الكورونا الشمسية فى أثناء دورة النشاط الشمسى بطريقة منتظمة .

الكورونا -R

R-corona
couronne - R *(sf)*
R-Gebiete *(pn)*

مناطق فى الكورونا الشمسيه تتسبب فى تغير الاشعاع الراديوى ← للشمس لفترة قصيرة . ولا تظهر لذلك أى أثر فى النطاق البصرى من الطيف .

الكورونوجراف

coronograph
coronographe *(sm)*
Koronograph *(sm)*

هو أحد أجهزة ← أرصاد الشمس .

الكوكب أو النجم السيار

planet
planète *(sf)*
Planet *(sm)*

هو جسم سماوى كبير ضمن المجموعة الشمسيه ، يضىء بما ينعكس عليه من ضوء الشمس . وحتى الآن فإننا نعرف ٩ كواكب هى حسب بعدها عن الشمس : عطارد ، الزهره ، الأرض ، المريخ ، المشترى ، زحل ، يورانوس ، نبتون ، بلوتو . أما ما يؤثر على مدار بلوتو فى بعض الأحيان ، ويعرف تحت إسم ترانس بلوتو (ما بعد بلوتو) فلم يكتشف بعد .

وعلى خلاف النجوم الثوابت ، التى نراها كنقط مضيئه فإن الكواكب ترى فى المنظار كأقراص كبيره إلى حد ما حسب أبعادها وأحجامها . وهذا هو السبب فى تأثر الكواكب ← بالتألق بدرجة أقل من النجوم الثوابت . واللمعان الظاهرى للكواكب مختلف جدا ، فألمعها بعد الشمس والقمر هى الزهره ؛ وأحيانا يكون كل من المريخ والمشترى ألمع من الشعرى اليمانيه ، التى تعتبر ألمع نجوم السماء ؛ أما لمعان كل من عطارد والمشترى فيعادل أحيانا النجمين اللامعين النسر الواقع والسماك الرامح ؛ ويرى زحل بالكاد بالعين المجرده ، بينما نبتون وبلوتو لا يشاهدان إلا بالمنظار أو على الصور الفوتوغرافيه . ولمعان

الكوكب غير ثابت ، ويتغير على سبيل المثال فى حالة المريخ بحوالى ٥ أقدار . وهذا التغير فى اللمعان يأتى من ناحية بسبب التغير فى بعد الكوكب عن كل من الشمس والأرض : حيث تقل شدة الضوء الساقط من الشمس على الكوكب عكسيا مع مربع المسافه بينهما ، إلا أن ذلك لا يغير كثيرا لأن المسافات تتغير بدرجة بسيطه نظرا لصغر إهليجية المدارات ؛ أما التغييرات الكبيره فتحدث فى المسافه بين الأرض والكوكب وتقل مع مربعها شدة ما يصلنا من الضوء المنعكس على سطح الكوكب . ومن ناحية أخرى يرجع السبب فى تغير اللمعان يرجع إلى تغير الأطوار . فشكل الجزء المضيء يتغير كثيرا وخصوصا بالنسبه للكواكب القريبه من الأرض ، مثلما يحدث للقمر وبالنسبه للتلوين الحادث لكوكب ما فإن تضاريس السطح وكثافة غلافه الجوى مسئولان عن ذلك .

يُعرف الكوكبان عطارد والزهره ، اللتان يقع مداريهما داخل مدار الأرض **بالكواكب السفليه** ، أما الكواكب التى تدور خارج مدار الأرض ، أى المريخ والمشترى وزحل ويورانوس ونبتون وبلوتو فتسمى **بالكواكب العلويه** . وتسمى الكواكب عطارد والزهره والأرض والمريخ **بالكواكب الداخليه** أما المشترى وزحل ويورانوس ونبتون وبلوتو فتعرف **بالكواكب الخارجيه** . وحسب الحجم فإننا نفرق بين **الكواكب الشبيهه بالأرض** (عطارد والزهره والأرض والمريخ وبلوتو) من ناحية ومن ناحية أخرى **الكواكب الشبيهه بالمشترى أى الكواكب العملاقه** (المشترى وزحل ويورانوس ونبتون) وكلا المجموعتان تتميزان أيضا فى كثافتها المتوسطه ، أى فى العلاقه بين الكتله الكليه إلى الحجم : مشبيهات الأرض فى المتوسط أكثف مرتين من الكواكب العملاقه . يدل ذلك على أن كل من المجموعتين مختلف البناء عن الآخر تماما . يوجد فى المجموعة الشمسية عديد من الكواكب الصغيره ذات القطر الأصغر بكثير من الكواكب العاديه وتسمى هذه ← بالكويكبات .

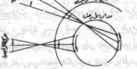
يدور حول كل من الكواكب باستثناء عطارد والزهره وبلوتو واحد أو أكثر من ← التوابع (الأقمار) . ومن حركة هذه التوابع حول كواكبها وما تحدثه الأخيره من إضطرابات فى مدارات الكواكب الأخرى يمكن حساب كتل هذه الكواكب . أما أقطار الكواكب فيمكن إستخراجها بالقياسات الميكرومتريه للقطر الظاهرى ، حيث أننا نعرف المسافه من الأرض إلى الكوكب . وحتى الآن لاتزال بعض قيم الكتل والأقطار غير مؤكده تماما . وينطبق ذلك على وجه الخصوص بالنسبه لبلوتو الذى لا نكاد نستطيع قياس قطره من الأرض .

تحيط بالكواكب طبقات غازية ، هى الغلاف الجوى ، تعمل على الاحتفاظ بها قوة الجاذبيه . وللكواكب العملاقه غلاف جوى هائل . يرجع السبب فى ذلك إلى كبر قوة الجاذبية على السطح وإنخفاض درجة الحراره نتيجة للبعد الشديد عن الشمس . وعلى النقيض من ذلك فإن الكواكب القريبه نسبيا من الشمس ، عطارد والمريخ ، التى لها قوة جذب بسيطه ، لها غلاف جوى أرق بكثير مما للأرض . والتركيب الكيماوى مختلف جدا ، ونجد أكبر تشابه بالنسبه للكواكب العملاقه التى تتميز بمحتوى كبير من هالوجين الكربون (CH) . ومعظم الأغلفه الجويه للكواكب كثيفه جدا ، بدرجة لا تجعلنا نرى سطوح الكواكب وفى هذا الشأن فإننا نعرف دقائق من سطح كوكب المريخ فقط ، تم الحصول عليها أساسا من الصور الفوتوغرافيه التى إلتقطتها سفن الفضاء من على بعد بضع آلاف الكيلومترات . وبالنسبة لكوكب عطارد فإننا نعرف القليل ، وذلك بسبب السوء الشديد فى ظروف رصده نظرا لقربه من الشمس . ومن المحتمل جدا أن تكون تضاريس سطح الكواكب الشبيهه بالأرض مختلفة جدا عما هى عليه بالنسبة للكواكب العملاقة .

ومن الطبيعى أننا نعرف القليل جدا عن التركيب الداخلى لأجسام الكواكب ، فحتى بالنسبة للأرض فإننا لا نعرف الكثير .

تناقش منذ زمن بعيد مسألة إمكانيـــة الحياه على أجرام سماويه أخرى ، على أن التفكير يتجه بصورة خاصه إلى الكواكب الأخرى فى المجموعة الشمسيه . ويمكن أن يأتى الفصل النهائى فى ذلك من نتائج رحلات الفضاء . إن صور الحياة المعروفة على الأرض ممكنة فى حيز ضيق نسبيا من الظروف ، فى حيز محدود من درجة الحراره . وفى هذا الشأن فإن الكواكب القريبه منا جدا ، وهى الزهره والمريخ ، تقع فى دائرة الإحتمال ، وإن كان هذا الإحتمال محدودا فى حالة الزهرة ، نظرا للإرتفاع الشديد فى درجة حرارة السطح ، وفى حالة المريخ نظرا لرقة الغلاف الجوى الشديدة .

الحركه :ـ تتحرك الكواكب فى مدارات على شكل قطاعات ناقصه حول الشمس . وهذه الحركه المداريه للكواكب (قديما سميت بالدوران) تسير تبعا ← لقوانين كبلر . وجميع المدارات لها إهليجية صغيره ، أى أنها تحيد قليلا عن الدوائر . أما عطارد وبلوتو فلها إهليجية أكبر من ١ر٠ ومستوى مدارات الكواكب تقع قريبا من مستوى مدار الأرض ، أى مستوى البروج . يستثنى فى ذلك مدار بلوتو ، الذى يميل ١٧ر٦° على مستوى البروج . وجميع الحركات المداريه تحدث كحركة يمينيه ، أى فى عكس إتجاه عقارب الساعه ، وذلك إذا نظرنا إليها من القطب



الحركة التراجعيه (- - ←) والحركة اليمنيه (← - -) لكوكب .

الشمالى لدائرة البروج . تبقى الكواكب فى مداراتها بفعل جاذبية الشمس . وهى تبطئ الحركه كلما زادت المسافه عن الشمس . وتتبع المسافات المتوسطه للكواكب عن الشمس ، أى أطوال أنصاف الأقطار الكبرى للمدارات قانون المسافه الأسى ، ← سلسلة تيتوس ـ بودا ، بدرجات دقة متفاوته .

يمكن تحديد زمن وميل محور الدوران فى حالة الكواكب التى يمكن فيها تتبع حركة مناطق مميزه على السطح أو فى الغلاف الجوى . ويستعمل حديثا فى حالة كل من الزهره وعطارد لدراسة الدوران طريقة صدى موجات الراديو (تكنيك الراداير) . حيث يتم لهذا الغرض إرسال نبضه راديويه قصيره بطول موجى محدد ، وبعد الإنعكاس على الكوكب الدائر يحدث لها إتساع دوبلرى (← ظاهرة دوبلر) ، يزداد كلما زادت سرعة دوران الكوكب . وفى جميع الكواكب بإستثناء كوكب الزهره يتم الدوران يمينيا فى نفس إتجاه الحركة المداريه .

تتغير مواقع الكواكب المرصوده من الأرض بسرعة بين النجوم بسبب الحركة المداريه للكواكب وكذلك بسبب قربها النسبى الشديد من الأرض . وقد كان هذا أيضا السبب فى التفريق بين المجموعتين من الأجسام السماويه ، الكواكب والنجوم . وحركة الكواكب التى نراها من الأرض ، معقدة بدرجة كبيرة لأن الكوكب لا يتحرك بمفرده وإنما تتحرك الأرض أيضا(وما عليها من مشاهد) فى مدار حول الشمس . وفى العاده فإن حركات الكواكب على الكره السماويه يمنيه ، أى من الغرب إلى الشرق . أما عندما تسبق الأرض فى حركتها الزاويه الكبيره كوكبا هو فى وضع الإتصال ، أى يكون الكوكب مقابلا فى وضعه للشمس ، فإن حركة الكوكب الظاهريه تصبح تراجعيه لبعض الوقت (الشكل) وفى نقط الإنقلاب بين كل من الحركه اليمنيه والتراجعيه فإن الكوكب يبدو غير متحرك . وعندما يتغير فى نفس الوقت العرض البروجى للكوكب فإنه يصنع لولبا بين النجوم الثابته .

ويمكن للكواكب الداخليه فقط أن تبتعد إلى إستطالة قصوى من الشمس ، أى لا يمكنها الإبتعاد إلى مسافة زاويه إختياريه ، وهى لذلك تتأرجح حول الشمس . وفى ذلك تكون الحركات تراجعيه عندما تمر الكواكب غير بعيد من الأرض أثناء تواجد الكواكب قريبا من الاقتران السفلى . ولما كان لمستوى المدار ميل بسيط على مستوى البروج ، فإن الحركه الظاهريه للكواكب تظل دائما بالقرب من البروج . أما بالنسبه لزمن دوران الكوكب حول الشمس فلابد من التمييز بين النجمى منه والإقترانى . فالطول النجمى للدوره هو الزمن الذى يعود بعده الكوكب إلى نفس الوضع بالنسبه للنجوم ، وذلك إذا نظرنا إليه من الشمس . أما بعد زمن دوران إقترانى فإن الكوكب يأخذ ثانية نفس الوضع بالنسبه للشمس وذلك إذا نظرنا إليه من الأرض ، أى أن زمن الدوران الإقترانى هو على سبيل المثال ، عباره عن الفتره الزمنيه بين إستقبالين متتالين فى حالة كوكب خارجى أو بين إقترانين سفلين متتالين فى حالة كوكب داخلى . وكلا الدورتان ، النجميه والإقترانيه مختلفتان نظرا لدوران الأرض فى نفس الوقت حول الشمس (الجدول) .

وبإستفاضة أكثر عن الكواكب المختلفة أنظر تحت أسمائها .

الكوكب ورمزه	البعد المتوسط عن الشمس (نصف القطر الأكبر) وحدة فلكية	مليون كم	زمن الدوران النجمى سنه	الإقترانى يوم	السرعة المتوسطه كم / ث	إهليجية المدار	ميل المدار على البروج	طول (١٩٧٠) العقده الصاعده	الحضيض الشمسى	عدد الأقمار
عطارد	٠ر٣٩	٥٧ر٩١	٠ر٢٤	١١٥ر٩	٤٧ر٩٠	٠ر٢٠٥٦	٧ر٠	٤٨ر٠	٧٧ر٠	صفر
الزهره	٠ر٧٢	١٠٨ر٢١	٠ر٦٢	٥٨٣ر٩	٣٥ر٠٥	٠ر٠٠٦٨	٣ر٤	٧٦ر٤	١٣١ر١	صفر
الأرض	١ر٠٠	١٤٩ر٦٠	١ر٠٠	–	٢٩ر٨٠	٠ر٠١٦٧	–	–	١٠٢ر٤	١
المريخ	١ر٥٢	٢٢٧ر٩	١ر٨٨	٧٧٩ر٩	٢٤ر١٤	٠ر٠٩٣٤	١ر٨	٤٩ر٢	٣٣٥ر٥	٢
المشترى	٥ر٢٠	٧٧٨ر٣	١١ر٨٦	٣٩٨ر٩	١٣ر٠٦	٠ر٠٤٨٥	١ر٣	١٠٠ر١	١٣ر٨	١٥
زحل	٩ر٥٤	١٤٢٧	٢٩ر٤٦	٣٧٨ر١	٩ر٦٥	٠ر٠٥٥٦	٢ر٥	١١٣ر٤	٩٢ر٤	١٧
يورانوس	١٩ر١٨	٢٨٧٠	٨٤ر٠٢	٣٦٩ر٧	٦ر٨٠	٠ر٠٤٧٢	٠ر٨	٧٣ر٨	١٧٠ر٢	٥
نبتون	٣٠ر٠٦	٤٤٩٦	١٦٤ر٧٩	٣٦٧ر٥	٥ر٤٣	٠ر٠٠٨٦	١ر٨	١٣١ر٤	٤٤ر٤	٢
بلوتو	٣٩ر٧	٥٩٤٦	٢٤٧ر٧	٣٦٦ر٧	٤ر٧٤	٠ر٢٥٣	١٧ر١	١٠٩ر٩	٢٢٣ر١	١

الكوكب	طول القطر الاستوائى كم	الأرض = ١	الفلطحة°	الكتلة الأرض = ١	الكثافة المتوسطة جم / سم³	عجلة الجاذبية على السطح الأرض = ١	سرعة الإفلات كم / ث	زمن الدورة ث	ق	س	ى	ميل خط الاستواء على مستوى المدار °	العاكسية
عطارد	٤٨٤٠	٠ر٣٨	صفر	٠ر٠٥٦	٥ر٦٢	٠ر٣٩	٤ر٣			١٥	٥٨	٧	٠ر٠٦
الزهرة	١٢١١٢	٠ر٩٥	صفر	٠ر٨١٤٨	٥ر٢٣	٠ر٨٩	١٠ر٣		٤	٢٣	٢٤٢	٦ر٠	٠ر٧٦
الأرض	١٢٧٥٦	١ر٠٠	٠ر٠٠٣٤	١ر٠٠٠	٥ر٥٢	١ر٠٠	١١ر٢	٤	٥١	٢٣		٢٣ر٥	٠ر٣٩
المريخ	٦٨٠٠	٠ر٥٣	٠ر٠١٣٢	٠ر١٠٧	٣ر٩٥	٠ر٣٨	٥ر٠٠	٢٣	٣٧	٢٤		٢٤ر٠	٠ر١٦
المشترى	١٤٣٦٥٠	١١ر٢٤	٠ر٠٦١	٣١٧ر٨٢	١ر٣٠	٢ر٣٥	٥٧ر٥		٥٠	٩		٣ر١	٠ر٦٧
زحل	١٢٠٦٧٠	٩ر٤٧	٠ر٠٩٦٠	٩٥ر١١	٠ر٦٨	٠ر٩٣	٣٣ر١		١٤	١٠		٢٦ر٨	٠ر٦٩
يورانوس	٤٧١٠٠	٣ر٧٠	٠ر٠٦	١٤ر٥٢	١ر٥٨	٠ر٩٩	٢١ر٦		٤٩	١٠		٩٨ر٠	٠ر٩٣
نبتون	٤٩٢٠٠	٣ر٨٦	٠ر٠٢	١٧ر٢٢	١ر٦٥	١ر١٤	٢٣ر٤		٤٠	١٥		٢٩	٠ر٨٤
بلوتو°°	٥٠٠٠	٠ر٣٩	–	٠ر١٨	٤	٠ر٧	٧			٩	٦		٠ر١٤

(°) القطر الاستوائى ـ القطر القطبى .   (°°) جميع القيم غير مؤكدة .

توجد نظريات عديده عن نشأة الكواكب ، ← كسموجونى . وإذا صحت وجهات النظر الحديثه فإن هناك إحتمالات حركة كواكب حول نجوم أخرى . تعتمد الآراء التى يعتد بها فى ذلك إلى أنه حتى وإن كان الإحتمال صغيرا لدوران كواكب حول نجم آخر ، فإن إحتمال تكوين مجموعات كوكبيه فى سكة التبانه كبيرا جدا نظرا لكبر عدد النجوم فى هذه المجره (حوالى ١٠٠ بليون) ويبدو الزعم من الناحيه الكيفيه واضحا . أما من الناحيه الكميه فإنه يمكن إعطاء الإحتمالات عندما يتم بدقه حساب إحتمال وجود مجموعة كوكبيه واحده . إن الكواكب التى يمكن أن تكون متحركه حول نجوم أخرى لا يمكن رصدها مباشرة نظرا لبعدها الشاهق . أما بطريقة غير مباشرة فقد أمكن من حركات بعض النجوم إستنتاج أنها محاطه بتوابع قائمه تتحرك حولها ، وهذه التوابع ذات كتل صغيره لدرجة أنها تصل إلى كتلة المشترى (← نجم السهم) . ومن المحتمل أن تكون هذه الأجسام شبيهه بالكواكب .

عرض تاريخى :ـ كانت الكواكب المرئيه بالعين المجرده ، من عطارد حتى زحل معروفة منذ القدم . وكانت حركاتها الظاهريه المعقده يتم تفسيرها من وجهة نظر مركزية الأرض ، وبمجهود كبير بواسطة نظرية الإيبيسيكل . وقد أيقظ إكتشاف كل من يورانوس بواسطة «هرشل» عام ١٧٨١ ونبتون بواسطة «هالى» عام ١٨٤٦ بعد حسابات «ليفرير» إهتماما كبيرا . ثم تلى ذلك إكتشاف بلوتو عام ١٩٣٠ على يد «تومباف» .

كوكب أولى

protoplanet
Protoplanète *(sf)*
Protoplanet *(sm)*

هو رمز لتجمع مادى كثيف فى الكون يتكون منه بالإنكماش كوكب ، ← كسموجونى .

كوكبى

planetary
planétaire
planetarisch

أى منتمى إلى الكواكب أو شبيه لها (مثلا فى المظهر) .

الكوكبه

constellation
constellation *(sf)*
Sternlild *(sn)*

فى المعنى الدارج هى مجموعة من النجوم الثوابت توجد متقاربه فى السماء ويمكن تخيلها على شكل معين ، أما فى المعنى الفلكى العلمى فهى منطقه على الكره السماويه توجد بها النجوم المسماه بهذا الإسم . وحسب موقعها بالنسبه لخط الإستواء فإننا نميز بين الكوكبات الشماليه والجنوبيه ، وكذلك كوكبات المنطقه الإستوائيه ومن موقعنا فى نصف الكره الشمالى يمكننا رؤية كوكبات نصف الكره الشمالى وكوكبات المنطقة الإستوائيه وجزءا فقط من كوكبات نصف الكره الجنوبى . وتظل كل الكوكبات ، التى يقل البعد الزاوى بينها وبين قطب السماء الجنوبى عن العرض الجغرافى الشمالى لمكان الراصد ، دائما تحت الأفق ؛ إلا أنه يمكن رؤيتها من نصف الكره الأرضيه الجنوبى . ولما كانت الشمس فى أثناء حركتها السنويه الظاهريه على البروج دائمه الإنتقال إلى مناطق مختلفه فى السماء ، فإن الكوكبات التى تُرى بعد غروب الشمس تتغير دوريا مع فصول السنه . وعلى ذلك فإننا نميز من جهة بين كوكبات صيفيه (مثل السلياق والعقاب) ، نراها فى ليالى الصيف ، وكوكبات شتويه (مثل الجبار والكلب الأكبر) نراها فى ليالى الشتاء . أما ما يوجد من كوكبات حول المدار الظاهرى للشمس بين النجوم ، أى حول دائرة البروج ، فتسمى كوكبات ← دائره البروج .

يمثل إنطباع بعض الكوكبات أساسا لمعرفة الاتجاهات على الكره السماويه ويمكن البحث عن

الكوكبات الواضحة بمعونة خريطة نجومية . وهذه الكوكبات تنطبع فى الذاكرة بعد تمرين بسيط لأنه يمكن تذكر النجوم الواضحة منها كما لو كانت متصلة بخطوط تصنع شكلا محددا . وعلى الرغم من ذلك فإنه يمكن أخذ إنطباع عن شكل حقيقى معين لمجموعات قليلة فقط من النجوم . ولهذا يبدو من غير المعقول البحث فى السماء عن النجوم التى تحمل إسم الشكل . ولا يدل الإنتظام الظاهرى لأفراد الكوكبة معا فى السماء على أنها تكون وحدة حقيقية فى الفضاء ، فمن الممكن أن تكون هذه النجوم بعيدة جدا عن بعضها ؛ وتظهر لنا فقط متقاربة لأننا نراها من الأرض فى نفس الإتجاه ، وترى هذه النجوم تقريبا متساوية اللمعان لأن لمعانها المتباين أصلا قد تساوى بفعل مسافاتها المختلفة عنا .

ترجع أسماء كثير من الكوكبات التى نراها فى نصف الكرة الشمالى للأرض إلى الأساطير اليونانية (أنظر بعده) . وكثير من الكوكبات فى السماء الجنوبية ترجع أسماؤها إلى البحارة الذين رأوها لأول مرة أثناء أسفارهم وسموها بأسماء آلاتهم اليومية . وقد كانت تقسيات الكوكبات وكذلك أسماؤها مختلفة بعض الشىء من شعب إلى آخر . هذا من جهة . ومن جهة أخرى فقد تغيرت تلك الأسماء أيضا مع الزمن . فنجد مثلا على الخرائط النجومية القديمة ، كوكبة السفينة فى حين نجد مكانها حاليا غالبية كوكبات الشراع والكوثل والجؤجؤ والبوصلة البحرية . كما توجد فى اللغة الواحده تسميات مختلفة لسلسلة من الكوكبات . ويستعمل الفلكيون فى الغالب الأسماء اللاتينية للكوكبات .

وقد تم بعد ذلك تحديد مناطق حول الكوكبات القديمة وأعتبرت كل النجوم فى كل المنطقة منتمية إلى الكوكبة المعنيه . بذلك فإن كلمة كوكبة تعنى فى الفلك منطقة معينة على الكرة السماوية . وعن طريق الاتفاقات الدولية تم فى عام ١٩٢٥ تحديد دقيق لحدود هذه المناطق . وبناءا على ذلك توجد ٨٨ كوكبة تغطى كل السماء بدون فجوات (الجدول) .

وفى داخل كوكبة ما تسمى النجوم اللامعة بحروف إغريقية (← أسماء النجوم) . كما يستخدم غالبا الثلاثة حروف الأولى كإختصار لأسماء الكوكبات .

ونجد تفصيلا أكثر عن الكوكبات الشهيرة تحت أسمائها . ويمكن رؤية المواضع الحالية للكوكبات من الخرائط النجومية المرفقة بالكتاب .

عرض تاريخى :- يهتم علم الهيئة بتفسير أصل ودلائل أسماء الكوكبات وكذلك التغيير الذى طرأ على ذلك بمرور الزمن . ومن الواضح أن هذا هو تاريخ حضارى أو فلسفة أكثر منه واجبا فلكيا . وهناك تعليلات كثيرة لأسماء كثير من الكوكبات نذكر هنا نبذة عن بعضها فقط . تم تقسيم النجوم إلى كوكبات مميزة من قِبَل جميع الحضارات وأطلق على هذه الكوكبات أسماء متشابهة . من ذلك مثلا كوكبة الدب الأكبر (العربة الكبرى) التى سميت دائما على إسم حيوان أو عربة وأرتبطت فى غالب الأحيان بكوكبة العواء (البقار ، أو حارس العربة) . وصورت العربة تقودها الثيران وتقودها العواء . وقد سمى الرومانيون النجوم السبعة اللامعة فى العربة بالسبع ثيران . وربما كان مصدر التسمية بالدب آتيا من أن الكوكبة كانت تستخدم قديما لتحديد إتجاه الشمال وأن الدب كان حيوان الشمال المميز . وقد ربطت الأساطير الإغريقية بين هذه الكوكبة وبين «نيمفى كالستو» الجميلة : فقد أحبها «زيوس» أبو الآلهة وحملت له «أركاس» فغضبت عليها زوجة «زيوس» الغيورة وسخطتها فى صورة دب وعلقت ولدها فى السماء ـ فجعلت منه حارس الدب ، العواء ـ ومنعت عنه حتى الحمام المنعش من المحيط . ويتفق ذلك مع حقيقة كون النجم الرئيسى فى هذه الكوكبة لا يختفى تحت الأفق أى «البحر» . وعن تفسير العواء كحارس الدب يذكرنا نجم السماك الرامح أو حارس السماء ألمع نجم

الاسم اللاتيني	الصفة اللاتينية	الإختصار	الاسم العربي
Andromeda	Andromedae	And, Andr	المرأة المسلسلة
Antlia	Antliae	Ant, Antl	الآلة المفرغة
Apus	Apodis	Aps, Apus	طائر الجنة
Aquarius	Aquarii	Aqr, Aqar	الدلو (ساكب الماء)
Aquila	Aquilae	Aql, Aqil	العقاب
Ara	Arae	Ara, Arae	المجمرة
Aries	Arietis	Ari, Arie	الحمل
Auriga	Aurigae	Aar, Auri	ممسك الأعنة
Bootes	Bootis	Boo, Boot	العواء
Caelum	Caeli	Cae, Cael	قلم النحات
Cameloparadalis	Cameloparadalis	Cam, Caml	الزرافة
Cancer	Cancri	Cnc, Canc	السرطان
Canes Venatici	Canam Venaticonum	Cvn, Cven	كلاب الصيد
Canes Major	Canis Majoris	CMa, CMaj	الكلب الأكبر
Canes Minor	Canis Minoris	CMi, CMin	الكلب الأصغر
Capricornus	Capricorni	Cap, Capr	الجدي
Carina	Carinae	Cor, Cari	القرينة
Cassiopeia	Cassiopeiae	Cas, Cass	ذات الكرسي
Centeurus	Centauri	Cen, Cent	قنطورس
Cepheus	Cephei	Cep, Ceph	قيفاوس (الملتهب)
Cetus	Cetei	Cet, Ceti	قيطس
Chamaeleon	Chamaeleontis	Cha, Cham	الحرباء
Circinus	Circini	Cir, Circ	البركار
Columba	Columbae	Col, Colm	الحمامة
Coma Berenices	Comae Berenicis	Com, Coma	شعر برنيقة
Corona Australis	Coranae Australis	CrA, CorA	الإكليل الجنوبي
Corona Borealis	Coronae Borealis	CrB, CorB	الإكليل الشمالي
Corvus	Corvi	Crv, Corv	الغراب
Crater	Crateris	Crt, Crat	الباطية
Crux	Crucis	Cru, Cruc	الصليب الجنوبي
Cygnus	Cygni	Cyg, Cygn	الدجاجة
Delphinus	Delphini	Del, Dlph	الدلفين
Dorado	Doradus	Dor, Dora	السماك المذهب
Draco	Draconis	Dra, Drac	التنين

الاسم اللاتيني	الصفة اللاتينية	الإختصار	الاسم العربي
Equuleus	Equulei	Equ, Equl	الفرس الأصغر
Eridanus	Eridani	Eri, Erid	النهر
Fornax	Fornacis	For, Forn	الفرن (الكيماوي)
Gemini	Geminorum	Gem, Gemi	التوأمان
Grus	Gruis	Gru, Grus	الكركي
Hercules	Herculis	Her, Herc	الجاثي
Horologium	Horologii	Hor, Horo	البندول
Hydra	Hydrae	Hya, Hyda	حية الماء
Hydrus	Hydri	Hyi, Hydi	ثعبان الماء
Indus	Indi	Ind, Indi	الهندي
Lacerta	Lacertae	Lac, Lacr	الورل
Leo	Leonis	Leo, Leon	الأسد
Leo Minor	Leonis Minoris	LMi, LMin	الأسد الأصغر
Lepus	Leporis	Lep, Leps	الأرنب
Libra	Librae	Lib, Libr	الميزان
Lupus	Lupi	Lup, Lupi	الذئب
Lynx	Lyncis	Lyn, Lync	الفهد
Lyra	Lyrae	Lyr, Lyra	السلياق
Mensa	Mensae	Men, Mens	الجبل المائدي
Microscopium	Microscopii	Mic, Micr	المكيروسكوب
Monoceros	Monocerotis	Mon, Mono	وحيد القرن
Musca	Muscae	Mus, Musc	الذبابة
Norma	Normae	Nor, Norm	مسطرة النقاش
Octans	Octanis	Oct, Octn	الثمن
Ophiuchus	Ophiuchi	Oph, Ophi	الحواء
Orion	Orionis	Ori, Orio	الجبار
Pavo	Pavonis	Pav, Pavo	الطاووس
Pegasus	Pegasi	Peg, Pegs	الفرس الأعظم
Perseus	Persei	Per, Pers	فرساوس
Phoenix	Phoenicis	Phe, Phoe	العنقاء
Pictor	Pictoris	Pic, Pict	آلة المصور
Pisces	Piscium	Psc, Pisc	الحوت

الاسم اللاتيني	الصفة اللاتينية	الإختصار	الاسم العربي
Pisces Austrinus	Piscis Austrini	PsA, PscA	الحوت الجنوبي
Puppis	Pappis	Pup, Pupp	الكوثل
Pyxis	Pyxidis	Pyx, Pyxi	البوصلة البحرية
Reticulum	Reticuli	Ret, Reti	الشبكة
Sagitta	Sagittae	Sge, Sgte	القوس
Sagittarius	Sagittarii	Sgr, Sgtr	الدرع
Scorpius	Scorpii	Sco, Scor	العقرب
Sculptor	Sculptoris	Scl, Scul	معمل النحات
Scutum	Scuti	Sct, Scut	الترس
Serpens	Serpentis	Ser, Serp	الحية
Sextans	Sentantis	Sex, Sext	السدس
Taurus	Tauri	Tau, Taur	الثور
Telescopium	Telescopii	Tel, Tele	التلسكوب
Triangulam	Trianguli	Tri, Tria	المثلث
Triangulum Australe	Trionguli Ausnolis	TrA, TrAu	المثلث الجنوبي
Tucana	Tucanae	Tuc, Tucn	الطوقان
Ursa Major	Ursae Majoris	UMa, UMaj	الدب الأكبر
Ursa Minor	Ursae Minoris	UMi, UMin	الدب الأصغر
Vela	Velorum	Vel, Velr	الشراع
Virgo	Virginis	Vir, Virg	السنبلة (العذراء)
Volans	Volantis	Vol, Voln	السماك الطائر
Vulpecula	Vulpeculae	Vul, Vulp	الثعلب

في هذه الكوكبة . وسميت كوكبة الدب الأصغر (العربة الصغرى) بعد ذلك بهذا الإسم نظرا لمشابهتها للدب الأكبر وقربها منه . ولهذه الكوكبة تسمية خاصة عند هنود أمريكا الجنوبية ، الذين رأو فيها قردا معلقا من ذيله في قطب السماء . منذ قديم الأزل ضُمت نجوم الجبار في كوكبة . وقد تصور فيها الإغريق صيادهم الجميل العملاق «أوريون» الذي وضعته الآلهة في السماء بعد موته . وهناك حكاية تقول بأن الجبار مات متأثر بلدغة عقرب ، أتى أيضا ككوكبة في السماء ، ولكن بحيث لا يلتقي الإثنان أبدا في نفس الوقت نظرا لما بينهما من ثأر . وغالبا ما تصور الأقدمون الجبار مسلحا بعظمة إما مصارعا بها الحيوان الذي بجانبه (كوكبة الثور) أو متقيا بها الثريا التي تمثل البنات أو أسراب الحمام . وفي ذلك يصطحب الجبار كلبيه ، كوكبتي الكلب الأكبر والأصغر . وتدل أسماء سلسلة من الكوكبات المتجاورة في نصف الكرة

الشمالي على مدى الإرتباط بين الكوكبات التي جاءت جميعها من الأساطير اليونانية . كان «قيفاوس» ملكا أثيوبيا ، إشتهرت زوجته «كاثيوبيا» بجمالها ، لدرجة جرحت شعور عذارى البحر . وكعقاب أرسل إله البحر غولا بحريا تحررت منه الأرض بعد تضحية بالفاتنة «أندروميدا» أخت «قيفاوس» . من أجل ذلك سُلسلت هذه عند شاطىء البحر وأُعطيت فريسة للمارد . وقد قام البطل «فرساوس» إبن «زيوس» و «دانى» بقتل الغول وتحرير المرأة وأتخذها زوجة له . ومن هنا صور الأقدمون «قيفاوس» والمرأة المسلسلة «أندروميدا» على الكرة السماوية بأذرع مرتفعة بالرجاء وغالبا ما توجد «كاثيوبيا» جالسة فوق الكرسى بينما «أندروميدا» مسلسلة تحتها . وقد تخيل الناس الغول البحرى في صورة كوكبة «قيطس» (سمكة الحوت) . أما «فرساوس» فقد تذكره الناس ماسكا سيفا في يمينه المرتفعة (بالقرب من الحشدين h, χ)، وفي يساره الجلد المخيف للغول الذي قتله .

وقد سمى العرب بعد ذلك أحد عيون هذا المارد بإسم الغول ووصل هذا الأسم إلى أوربا محورا على إسم الجول . ولكوكبة الفرس الأعظم ، التي تجاور المرأة المسلسلة علاقة بالغول أيضا فقد كان الفرس الأعظم ، حسب ما ترويه الأساطير ، حصانا سماويا وطائرا عجيبا نشأ من الغول . وفي كوكبة متباعدة رأى الأغريق «هرقل» الجاثى وبيده عَظْمَته . و«هرقل» هو أحد أبناء كل من «زيوس» و «ألكمينه» ، حفيدة «فرساوس» . وبسبب بطولاته وما قاساه فقد خُلد الجاثى بعد موته عاليا في السماء من قِبل الآلهة . سميت أيضا بعض الكوكبات بأسماء ما قتله «هرقل» من حيوانات مثل الأسد والشجاع (ثعبان الماء) والثور والتنين . ورأى الإغريق في كوكبة العناز أحيانا الملك «إيرش ثونيوس» الذي يرجع إليه إختراع المركبات التي تجرها الخيول ورأو فيه أحيانا أخرى «فايتون» إبن إله الشمس «هليوس» . ويحكى أن «فايتون» هذا حاول يوما ما قيادة عربة والده الشمسية إلا أنه لم يستطع التحكم في الخيل ، لدرجة أن إشتعلت النار في كل السماء وبذلك إنزلق «فايتون» في نهر الأساطير «إيريدانوس» الذي تسمى كوكبة النهر بإسمه . في أثناء هذه الرحله أحرقت عربة الشمس سكة التبانه في السماء . وهناك أسطوره أخرى تربط بين نشأة سكة التبانه و«هرقل» الذي إقترب سرا وهو رضيع من عدوته «هيرا» وهي نائمه . وحينما أفاقت هذه أبعدت الصبى عنها فأنسكب اللبن المقدس كشريط عبر السماء . ويصور العناز دائما بطريقة غامضه ممسكا بعنزه ونجم العيوق وكبشين ونجمين خافتين قريبين من العيوق . وقد أعتبرت العنزه على أنها العنزه العجيبه «أماليثا» التي إقتربت من الصبى «زيوس» وشرب من قرنها وخلدت في السماء عرفانا منه . ورأى الكثيرون في كوكبة المثلث صورة لدلتا النيل وفي كوكبة الدلفين صورة للدلفين الذي أنقذ المغنى «آريون» من البحر . وفي كوكبة السلياق خُلد سلياق «أبول» أو سلياق المغنى الشهير «أورفيوس» في السماء . ثم صور العرب هذه الكوكبه بعد ذلك كنسر ساقط مغلق الجناحين (النسر الواقع) على خلاف النسر الطائر (الطائر) في كوكبة العُقاب (النسر) ، الذي مثل الطائر الخطَّاف عند البابليونين . وفي كوكبة «قنطورس» فكر الناس في الكهل قنطور ـ وهو كائن حى نصفه إنسان ونصفه الآخر حصان ـ وخلد في شخصه «شيرون» ، الذي كان معلما لكثير من الأبطال ومن بينهم إله فن الشفاء «إسكليبيوس» ، الذي جرى تمثيله بالنجوم على هيئه ثعبان (كوكبة الثعبان) ولهذا سميت أيضا كوكبة الحويه (حامل الثعابين) . وتسمية الإكليل الشمالي توجد أيضا في الأوصاف القديمه . أما كوكبة شعر برنيقه فهى حديثه التسميه نسبيا . فقد تبرعت الأميرة المصرية برنيقه بشعرها الذي إختفى من المعبد بعد ذلك . وكتشريف لها إكتشفه العالم الرياضى «كون» في السماء عام ٢٤٧ ثانية . على النقيض من ذلك نجد أن كوكبات دائره الحيوانات قديمة جدا ، وقد سميت

فى الغالب من قبل البابليونيين والمصريين . والتسميه الأصليه غير واضحه الدلاله فى الغالب . ويمكن أن تكون تسمية برج الميزان مرتبطة بعبور الشمس لخط الإستواء فى هذا المكان ، فى الوقت الذى يتساوى فيه طول كل من الليل والنهار . وبرج العذراء الذى يجاور برج الميزان إنما قصد منه إلهة الخصوبة وصوِّر دائما بسنبلة فى اليد سمُى بها ألمع نجم فى هذا البرج . وقد ربط اليونانيون بين كلا البرجين ، العذراء والميزان ، حينما رأو فى العذراء أيضا إلهة العدالة التى يرمز لها بالميزان . ويقال أن هذه الإلهة قد عاشت طويلا بين الناس قبل ذلك وتشاهد حاليا بين النجوم فى الليل فقط . أما برج الأسد فقد أعتبر قبل الإغريق بوقت طويل ملك وحوش الصحراء ؛ وتحت هذا الرمز يولد الملوك الكبار . من هنا فإن النجم الموجود فى قلب الأسد يسمى بالملك ، وهو الذى سماه كوبرنيكوس بعد ذلك فى التسميه اللاتينيه بإسم المليك . وقد ربط الإغريق بين برج الأسد والأسد المقدس الذى قتله « هرقل » . وبالنسبه لبرج الثور فقد وجدت عند الاغريق تعليلات كثيره له : فهو يمثل ثور « هرقل » أو الثور الأبيض أيضا ، الذى إختطف العاشق « زيوس » متنكرا فى شكله « أوروبا » إبنة الملك الفينيق وكان الثور يُرى فقط على الصور نصفيا وأحد عيونه النجم الأحمر ، الدبران . وغالبا ما أعتبرت نجوم الثريا (السبع نجوم) الموجودة فى هذا البرج كوكبة مستقله بذاتها ، وتخيل فيها الأقدمون دجاجة مع فراريجها أو صندوق ملئ بالكنوز أو مجموعة من الحمام يطردها الجبار أو غير ذلك من التخيلات الكثيره . وأطلق اليونانيون بعد ذلك إسم الثريا على « البليونه » التى أنجبت هى وزوجها « أطلس » ، حامل الكره السماويه سبعة بنات . وقد هربت البنات وقتا طويلا من الجبار الذى أحبهن ، وأخيرا إحتفظت بهم الآلهة الحنونة فى السماء . ومن هنا فإن نجوم الثريا السبعه تسمى بأسماء أولاء السبع أخوات ويسمى نجمان أخريان بإسمى أبويهما . أما إذا شاهد الإنسان ستة فقط فيقال إن السابعة إحترقت من الخجل لأنها لم تكن محافظه مثل الأخريات . وتعليل كوكبة التوأمين كذلك قديم جدا . وقدر أى الناس فيها ، فى الغالب ، الأخويين « كاستور » أى نير التوأمين أو « رأس أفلون » و « بولوكس » أى مؤخر التوأمين أو « رأس هرقل » والذان يسمى بهما حتى الآن النجمين اللامعين فى هذه الكوكبه . وهنا تربط الأساطير اليونانية بين كوكبتى التوأمين والدجاجه . فقد أُعتبر التوأمين إبنين من « زيوس » الذى إقترب من أمهما الدجاجه « ليدا » . ومن بين ما قيل عن برج الحمل أنه يعنى الحَمَل الجميل الذى إختطف « فريكسوس » إلى « كولخيس » كى ينقذه من الموت . وقد خلدت الإلهه الحمل بين النجوم من قبيل العرفان وعلقت فروته كجزة ذهبية فى « كولخيس » ثم حمله بعد ذلك « ياسون » على سفينته السريعه « آرجو » والتى سميت أيضا كوكبة بإسمها . وتحكى أساطير كثيره عن برج السرطان : فتبعا لإحداها نجد أن هذا كان عباره عن السرطان البحرى الذى أرسلته الغيوره « هيرا » وحال بينه الجانى وبين قتل ثعبان الماء ؛ وتبعا لأسطوره أخرى فإن السرطان عباره عن أحد مساعدى العاشق « زيوس » خلدته الآلهه ؛ وقد تتبع هذا المساعد حورية جميلة ، كانت تحت قبضه سرطان ضخم حتى مكّن « زيوس » من الإقتراب منها . ومن بين كوكبات نصف الكره الشمالى توجد عديد من الكوكبات الصغيره التى أستحدثت فى العصور الوسطى وبعد ذلك حتى يُملا بها الفجوات بين الكوكبات من هذه الكوكبات الصغيره ما جاء به « هيفيليوس » من كوكبات الوشق والعطايه والحمامه والدرع (الترس) والسدس والثعلب .

الكوما

Coma
chevelure *(sf)*
Koma *(sf)*

← مذنب .

الكون

world, univers, cosmos
univers *(sm)*
Welt *(sf)*, Kosmos *(sm)*

هو كل الفراغ الممتلئ بالماده . ودراسة التركيب والبناء الداخلى للكون هى مهمة ← الكسمولوجى ، الذى ينتمى إليه أيضا فى كثير الأحيان دراسة تطور الكون . وقد إتضح بتأييد من الإرصاد أن كونا إستاتيكيا أى كون فى حالة إستقرار لا وجود له أو على الأكثر فإنه يكون فى حالة إتزان ثابت . وما نحصل عليه خلال الأرصاد من معلومات للجزء من الكون الواقع فى متناول أدوات رصدنا ، يمكن تفسيره بنماذج كونيه مختلفه . وليس من الممكن حتى الآن القطع بأى من النماذج أكثر مجاراة للحقيقة ، وذلك لأن الأرصاد الحاليه لاتزال غير مؤكده .

يبلغ نصف قطر الجزء من الكون الذى تصل إليه أرصادنا بأكبر الأجهزه حوالى ٣ بليون بارسك . فى هذا الجزء من الكون يوجد حوالى ١٠٠ بليون ← مجموعة نجوميه، وكل منها يعتبر أكبر وحده للأجسام فى الكون . وتحت الإفتراضات بأنه كتلة كل مجموعة نجوميه فى المتوسط حوالى ٥٠ بليون مره قدر كتلة الشمس ، ينتج أن الكتلة الكلية فى الجزء المرصود من الكون حوالى ٥ × ١٠^٢١ مره قدر كتلة الشمس . ويضاف إلى ذلك كتلة الماده الموجوده بين المجموعات النجوميه ، أى ← مادة ما بين المجرات ، وإن كان مقدارها بسيطا بالنسبه للكتله الكليه . وإلى حد كبير فإن المجموعات النجوميه المختلفه موزعة بإنتظام فى الكون ـ وذلك فى حدود عدم دقة الأرصاد ـ إلا أنه توجد أيضا تجمعات ، أو حشود من المجرات . من ذلك أن المجموعة النجوميه ، التى تنتمى إليها الشمس ، أى ← مجموعة سكة التبانه . تنتمى إلى حشد صغير من المجموعات النجوميه ، هو المجموعة المحليه . التى تشمل على الأقل ١٧ عضوا .

تتكون المجموعة النجومية من قليل إلى بضع مئات البلايين من ← النجوم ، وهذه النجوم توجد على هيئة نجوم مستقله ، ونجوم مزدوجه ونجوم عديده أو حشود نجميه . بالإضافة إلى ذلك توجد فى المجموعات النجوميه كميات كبيرة من ← مادة ما بين النجوم . وتعتبر ← الشمس إحدى حوالى ١٠٠ بليون نجم فى مجموعة سكة التبانه . وللشمس مجموعة كوكبيه تضم تسع كواكب (← كوكب) من بينها الأرض . علاوة على ذلك ينتمى إلى مجموعة الكواكب عدد كبير من الكويكبات (← كويكب) ، والتوابع (← تابع) ، والمذنبات (← مذنب) وكذلك ← مادة ما بين الكواكب (← المجموعة الشمسيه) .

والبحث فى نشأة كل هذه الأجسام المختلفة فى الكون هو مهمة ← الكسموجونى .

الكوندوريت

chondorite
chondorite *(sf)*
chondrit *(sm)*

هو نيزك حجرى يتميز بكرات صغيره وكثيره ، ← نيزك .

كونى

cosmic
cosmique
kosmisch

أى منتمى إلى الكون ككل أو متعلق بالكون ككل وذلك بخلاف أرضى .

كويكب

astroid, minor planet, planetoid
astroid *(sm)* , petite planète *(sf)*, planétoid *(sf)*
Astroid *(sm)*, kleiner Planet *(sm)*, Planetoid *(sm)*

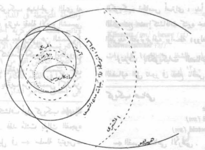
جسم صغير فى المجموعة الشمسيه شبيه بالكواكب . وتضئ الكويكبات بواسطة ما ينعكس عليها من أشعة الشمس ، ولها فى الغالب لمعان خافت . إلا أن كويكبا واحدا ، هو فيستا ، يكون فى بعض الأوقات لامعا بدرجة تجعله محسوسا بالعين المجرده . وقليل من الكويكبات ألمع من القدر

إلتاسع . ويعتمد اللمعان بالاضافة إلى حجم الكوكيب وعاكسيته بعده عن الشمس وعن الأرض . وقد تم أيضا فى بعض الكويكبات إكتشاف تغيير فى الضوء ، الشئ الذى يستدل منه على أن الكويكبات أجسام دوراه غير منتظمة الشكل . وتقدر زمن دورة فيستا على سبيل المثال بحوالى ٣٢^{ث} ٢^{ق} ٥^{س} وغالبية الكويكبات صغيرة جدا ، لدرجة تجعلها تظهر على شكل نقط ، ويمكن تمييزها عن طريق حركتها الظاهرية الكبيرة بالنسبة للنجوم الثوابت . ويرجع ذلك إلى أن الكويكبات تتحرك مثل الأرض حول الشمس ، وأن مسافاتها عن الأرض صغيرة إلى حد ما . وتبدو الكويكبات على اللوح الفوتوغرافى الملتقط لمنطقة ما من السماء (لمراقبة السماء مثلا) ، على شكل شُرط قصيرة ؛ لأنها تحركت بالنسبة للنجوم أثناء تعريض اللوح الفوتوغرافى .

تم حتى الآن إكتشاف حوالى ٤٠٠٠ كويكب ، منها عدد كبير لم تتم رؤيته بعد ذلك حيث أن مداراته لم يتم معرفتها بدقه . وحتى عام ١٩٦٨ أصبح عدد المدارات المعروفة بدقة ١٧٤٦ مدارا . ويقدر عدد ما يوجد فى المجموعة الشمسيه من كويكبات بحوالى من ٥٠٠٠٠ إلى ١٠٠٠٠٠ . ويتم حساب مدار كويكب بدقه بعد أن تثبت أهميته من حركته . بعد ذلك يتم تسجيله فى المصنفات تحت إسم ورقم يميزيانه . وقد سميت الكويكبات أولا بأسماء من الأقاصيص التاريخيه القديمه ، وإن كان ذلك قد تغير بعد أن إرتفع جدا عدد الكويكبات المكتشفه . وبذلك نجد فى المصنفات حديثا أسماء بينا وموشى وماريلين .

يمكن تعيين المقاييس بدقة إلى حد ما فقط بالنسبه للأربعة كويكبات التى تم إكتشافها أولا ، سيريس ، بالاس ، يونو ، وفيستا (الجدول) . والقياسات الميكرومتريه للقطر الظاهرى ممكنه لهذه الكويكبات فقط ، وهى ألمعها . أما بالنسبه للكويكبات الأخرى فإنه يمكن فقط إستنتاج حجمها من اللمعان تحت إفتراض عاكسية متوسطه (حوالى ٢ر٠) . ومعظم الأقطار التى تم تحديدها بهذه الطريقه تتراوح من ٢٠ إلى ٤٠ كم ؛ ولابد فى ذلك من مراعاة أن إحتمال إكتشاف مثل هذه الأجسام الصغيره قليل جدا ، وذلك بسبب ضعف ضوئها . وفى الحقيقه فإن الأقطار يمكن أن تصل إلى أقطار النيازك الكبيره . ومن غير المحتمل وجود كويكبات كثيره قطر كل منها ١٠٠ كم . أما فى حالة فيستا فقط فقد أمكن إستنتاج الكتله عن طريق الإضطراب الذى يحدثه كويكب أريق . وتقدر هذه الكتله بحوالى ٢ر١ × $١٠^{-١٠}$ من كتلة الشمس ، أى تساوى ٤ر٢ × $١٠^{١٧}$ طن . وعلى إعتبار أن القطر ٣٨٦ كم تنتج كثافة متوسطة قدرها ٨ جم/سم^{٣} ، وهو ما يعادل كثافة الحديد تقريبا . تبلغ الكتلة الكلية لجميع الكويكبات حوالى ٠,٠٠١ من كتلة الأرض ، منها ١٠٪ فى كويكب سيريس وحده ويتضح من الدراسات النظريه للإضطرابات أن الكتله الكليه للكويكبات فى المجموعة الشمسيه لابد أن تكون أقل من نصف كتلة الأرض ، ويحتمل أن تكون أصغر من ذلك بكثير .

المدارات : تتحرك الكويكبات حول الشمس فى مدارات عباره عن قطاعات ناقصه ، ذات إهليجيه صغيره فى الغالب (الإهليجيه المتوسطه ١٥ر٠) . ويبلغ البعد المتوسط عن الشمس حوالى ٩ر٢ وحده فلكيه ، وزمن الدوران المتوسط ٥ر٤ سنه ؛ وحوالى ٩٨٪ من أزمنة الدوران تقع بين ٢ر٣ و٧ سنوات وتتركز مستوى المدارات حول مستوى البروج ، ويبلغ ميلها المتوسط ٧ر٩ . يؤثر الإضطراب الدائم ، الذى تحدثه الكتله الكبيره لكوكب المشترى فى وجود علاقة وطيدة بين مدار المشترى ومدارات الكويكبات . ولذلك فإن عددا كبيرا من الكويكبات له نفس الإستطالة الحضيضيه الشمسيه مثل كوكب المشترى . ومن المدهش جدا توزيع شيوع أزمنة دوران

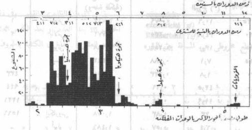


١ مدارات بضع كويكبات بالمقارنة مع مدارات بعض الكواكب حول الشمس.

الكويكبات (الشكل) . فهناك قليل من الكويكبات ذات زمن الدوران المتوافق مع زمن دوران المشترى ، أى أنه يمكن التعبير عن أزمنه دورانها بأعداد صغيره وكامله من زمن دوران المشترى . بذلك ينشأ فى توزيع شيوع أزمنة الدوران .

فجوات متناسبه . وتسمى بعض هذه الفجوات بأسماء الكويكبات ذات القيم المجاوره (فجوات هيكوبا وهسيتيا) . ويشذ عن ذلك بدرجة مدهشه مناطق النسب ١ : ١ ، ٢ : ٣ ؛ فبدلا من أن نجد فجوات فإننا نجد تجمعات كبيره ، حيث يوجد مثلا فى حالة المكان ٢ : ٣ كويكب من مجموعة هيلدا (سُميت تبعا لكويكب ١٥٣ هيلدا) . ولكويكبات ← ترويان الأربعة عشر نفس زمن الدوره مثل المشترى (توافق ١ : ١) .

ومنذ نهاية القرن السابق تم معرفة مدارات متطرفه للكويكبات ، تمثل قنطرة إلى أشكال مدارات المذنبات قصيرة الدوره . فيقترب الكويكب إيروس ، الذى أكتشف عام ١٨٩٨ من الأرض إلى ٢٢ مليون كم ؛ وقد أستفيد من ذلك فى تعيين إختلاف المنظر الشمسى . أما آمور وأبولو وأدونيس فيقتربون من الأرض أكثر من ذلك ، كما يقترب هيرس حتى ٦٠٠٠٠٠ كم (حوالى ضعف بعد القمر) . وأكبر



٢ شيوع أطوال المحاور الكبرى من مدارات الكويكبات.

نصف قطر مدار هو لكويكب هيدالجو ، الذى له أيضا أكبر ميل ، ٤٣° ، وتزيد نقطة الأوج الشمسى لهذا الكويكب عن متوسط بعد زحل عن الشمس ! أما أكبر إهليجيه فقد إكتشفت لكويكب إيكاروس (e = ٨٣ر٠) الذى يقترب من الشمس حتى ١٨ر٠ وحده فلكيه أى يقترب من الشمس أكثر من عطارد .

عرض تاريخى : أثار إكتشاف أول كويكب على يد «بيازى» إهتماما كبيرا . فقد مُلئت بذلك الفجوه المعروفه منذ زمن طويل فى ← سلسلة تيتوس ـ بودا : إذ كان ينقص هنا مدار كوكب له مسافة متوسطة قدرها ٨ر٢ وحده فلكيه عن الشمس ، أى قريبا من متوسط بعد سيرس عن الشمس . وبسبب حركته اليوميه الكبيره كان من الممكن أن يختفى هذا الكويكب عن الأرصاد لولا أن جاوس قد طور طريقة لتحديد المدار بواسطة عدد قليل من الأرصاد .

جاء الإكتشاف الثانى ، كويكب بالاس ، على يد «أولبرز» عام ١٨٠٢ ، والإكتشاف الثالث ، لكويكب يونو على يد «هاردنج» ١٨٠٤ ، والرابع لكويكب فيستا على يد «أولبرز» ثانية عام ١٨٠٧. وبعد فترة هدوء حتى عام ١٨٤٥ ، عندما أكتشف الكويكب الخامس أسترای ، بدأ البحث المنظم ، الذى نتج عنه إكتشافات كثيره خصوصا بعد تطوير الطريقة الفوتوغرافيه بواسطة «وولف» (١٨٩٠) .

وتعرف **بالكويكبات الصناعيه** تلك السفن الفضائيه التى تدور فى قطع ناقص حول الشمس .

كويكب صناعى

artificial satellite
satellite artificiel *(sm)*
künstlicher Planetoid *(sm)*

← القمر الصناعى الأرضى .

كيلو بارسك

Kiloparsec
Kiloparsec *(sm)*
Kiloparsek *(sn)*

هو ١٠٠٠ ← بارسك

الكيلو وات

kilowatt
kilowatt *(sm)*
Kilowatt *(sn)*

هو وحده لقياس القدره ويساوى ١٠٠٠ وات = $١٠^{١٠}$ إرج/ث .

بعض الكويكبات

الرقم	الاسم	متوسط البعد عن الشمس (وحدة فلكية)	إهليجية المدار	ميل المدار على دائرة البروج (°)	القطر (كم)
١	سيرس	٢٫٧٦٧	٠٫٠٧٩	١٠٫٦	١٠٢٥
٢	بالاس	٢٫٧٧٢	٠٫٢٣٥	٣٤٫٨	٥٦٠
٣	يونو	٢٫٦٦٨	٠٫٢٥٦	١٣٫٠	١٩٠
٤	فيستيا	٢٫٣٦٢	٠٫٠٨٨	٧٫١	٥٢٥
٤٣٣	إيروس	١٫٤٥٨	٠٫٢٢٣	١٫٨	٢٠
٩٤٤	هيدو	٥٫٧٩٤	٠٫٦٦	٤٢٫٥	٤٠
١٢٢١	آمور	١٫٩٢٢	٠٫٤٤	١١٫٩	
١٥٦٦	إيكاروس	١٫٠٧٨	٠٫٨٣	٢٣	
–	أبولو	١٫٤٨٦	٠٫٥٧	٦٫٤	
–	أدونيس	١٫٩٦٩	٠٫٧٨	١٫٥	
–	هيرمس	١٫٢٩٠	٠٫٤٨	٤٫٧	٠٫٧

الكليو وات ساعه

Kilowatt-hour
Kilowatt *(sm)* **- heure** *(sf)*
Kilowattstunde *(sf)*

هو وحده لقياس الشغل والطاقه١، كيلو وات ساعه = ٣٫٦ × ١٠^١٣ إرج .

ل

لابلاس

Laplace

هو بيير سيمون المركيز الفرنسى الرياضى والفلكى المولود بتاريخ ٢٨ مارس ١٧٤٩ فى بآومونت ـ إن ـ أوجى والمتوفى بتاريخ ٥ مارس ١٨٢٧ فى باريس . كان لابلاس أولا رياضيا ببلدته . ومنذ عام ١٧٦٧ أصبح أستاذا فى باريس ومنذ عام ١٧٧٣ عضوا بالأكاديميه ثم فى عام ١٧٩٩ وزيرا للداخليه فى وزراة ومستشارية نابليون . وقد قدم لابلاس فى مجال الميكانيكا السماويه بحوثا أساسيه عن مدارات الكواكب وإستقرار المجموعة الشمسيه . كما تناول لابلاس إستقرار حلقات زحل ونشأة المجموعة الشمسية (النظرية السديمية ـــــ الكسموجونى) .

اللامركزيه (الاهليجيه)

eccentricity
excentricité *(sf)*
Exzentrizität *(sf)*

فى حالة قطع مخروطى هى المسافة بين البؤره والنقطة المتوسطة فى المدار (**اللامركزية الخطيه**) ، وناتج قسمة اللامركزية الخطيه على نصف المحور الأكبر تسمى **اللامركزية (الإهليجيه) العددية** وقيمتها فى القطع الناقص أقل من ١ وفى القطع الزائد أكبر من ١ أما فى القطع المكافئ فتساوى ١ . واللامركزيه هى إحدى عناصر المدار .

اللمعان

brightness
éclat *(sm)*
Helligkeit *(sf)*

اللمعان فى الفلك هو مقياس لإشعاع الجرم السماوى . ويتم التمييز بين لمعانات مختلفه وخصوصا الظاهرى منها والحقيقى (المطلق) :

(١) **اللمعان الظاهرى** هو مقياس لشدة ما يصل إلى الأرض من إشعاع جرم سماوى ويتضح من نظرة أثناء الليل إلى السماء أن النجوم تتفاوت فى بريقها . ويأتى الإختلاف لأن للنجوم قوى إشعاع متباينه كما أن أبعادها عنا مختلفه . علاوة على ذلك فإن اللمعان الظاهرى يقل بفعل الإمتصاص فى مادة ما بين النجوم . ويعتبر قياس لمعان النجوم ، أى ← الفوتومترى ، هو الوظيفه الأساسيه لأرصاد الفلك ، لأنه عن طريق معرفة اللمعان يمكننا معرفة الأبعاد الأخرى للنجوم مثل أقطارها أو بعدها عنا .

يقاس اللمعان الظاهرى بالقدر . وفى ذلك يوضع الحرف m بعد العدد أو بعد الكسر العشرى فوق العلامه العشريه . هذا فى الكتابة بالحروف اللاتينيه



١ فروق الأقدار مقابل نسبة اللمعان.

أما بالعربيه فيمكن وضع الحرف ق مكان الحرف m فنجم القطبيه على سبيل المثال له لمعان ظاهرى من القدر ٢,١٢ أى أن لمعانه $2^m, 12$ أو ١٢ق٫٢ .

والأقدار يمكن قياسها مباشرة بواسطة فوتومتر كهروضوئى على سبيل المثال . وفى هذه الحاله ترتبط شدة الضوء I أى ما يصل على وحدة المساحة (السم٢) كل وحدة زمن (الثانيه) من سطح المستقبل كالآتى : الفروق المتساويه من الأقدار ($m_1 - m_2$) تتناسب مع نسب متساويه لشدة الضوء ، كما يتحدد مقياس الأقدار من المعادله :

$$m_1 - m_2 = -2.5 \log I_1/I_2 = 2.5 \log I_2/I_1$$

وبحل هذه المعادله نجد أن نسبة شدة الضوء :

$$I_1/I_2 = 10^{0.4 (m_2 - m_1)}$$

وهذا يناسب الفوتومترى البصرى بصورة خاصة . ففيه يقدَّر لمعان النجم بالعين كمستقبل . وإحساس العين بالضوء لوغاريتمى ، أى يتمشى مع لوغاريتم شدة الإضاءه . وعلى ذلك فإننا نحس بفروق متساويه فى اللمعان عندما تكون نسبة شدة الإضاءه متساويه .

إختار الفلكى «بوجسون» قيمة الثابت ٢,٥ فى المعادله السابقه ، بحيث تتناسق المعلومات القديمه عن اللمعان مع المقياس الحديث ، وبحيث نحصل على نتائج متصله تصلح للحسابات . وتتغير شدة اللمعان فى **مقياس اللمعان البوجسونى** من قدر إلى آخر ، (ق٢ ـ ق١ = ١ق) بالمعامل ١٠^٠,٤ = ٢,٥١٢ . أى أن فرقا فى اللمعان مقداره ٢,٥ق يعادل نسبة فى شدة الإضاءه قدرها ١ : ١٠^٠,٤×٢,٥ أى ١ : ١٠ . وفرق خمسة أقدار يعادل نسبة لمعان ١ : ١٠^٠,٤×٥ = ١ : ١٠٠ وهكذا . ويتم تحديد الصفر فى هذا المقياس بحيث يأخذ نجم القطبيه اللمعان ٢,١٢ق لكن مع الأسف ظهر أخيرا أن نجم القطبيه يتغير لمعانه بدرجه ضعيفه .

تبعا لمقياس الأقدار تمثل القيم الصغيره لمعانا كبيرا والعكس أيضا صحيح يرجع ذلك إلى التقسيمات القديمه ، التى رمز فيها لألمع النجوم بالقدر ١ كما رمز لأخفت النجوم ، بالنسبه للعين المجرده ، بالقدر ٦ . وترى العين حتى القدر السادس . أما أكبر المناظير الحاليه فتمكننا من الرؤية حتى القدر ٢٣ . ونجم النسر الواقع ذو اللمعان الكبير يبلغ القدر صفر . أما الأجسام الألمع من ذلك فتأخذ أقدارا سالبه . فمثلا لمعان الشعرى اليمانيه (ـ ١,٥ق) . وأكبر لمعان ظاهرى هو للشمس ، التى تصل إلى (ـ٢٦,٨٦ق): وبين لمعان الشمس وأخفت النجوم التى يمكن رؤيتها بالكاد بالعين نجد أن الفرق يصل إلى ٥٠ قدرا أى ما يعادل نسبة فى شدة الضوء حوالى ١ : ١٠^٢٠ .

تتخذ شمعة «هِفْنَر» وحدة للقياس فى مجال تكنولوجيه الإشعاع . وهذه الشمعة تشع تيار ضوئى قدره ١٢,٥٦ لومن فى الفضاء . وعند طول موجى حوالى ٥٥٥٠ أنجستروم ، أى عند أقصى إحساس للعين بالضوء ، يقابل ١ لومن ٠,٠٠١٤٥ وات . كما أن شمعة هفنر تناظر الأقدار التالية على المسافات التى تقابلها فى الجدول الآتى :

شمعة هفنر على بعد	١ م	١ كم	١٠٠٠ كم	٥٧٥٠٠ كم
تناظر نجم من القدر الظاهرى	١٤ق,٢	٨,ق	١٥ق,٨	٢٣ق,٠

ومن نجم قدره الظاهرى صفر يسقط فى المنطقة الطيفيه من ٤٠٠٠ إلى ٥٠٠٠ أنجستروم حوالى ٤٠٠ ٠٠٠ فوتون (كم) ضوئى فى الثانيه على مساحة ١ سم٢ من سطح المستقبل .

يمكن قياس لمعان النجوم بطرق كثيره . فالفوتومتر البصرى يستخدم العين كمستقبل بينما ويستعمل اللوح الفتوغراف فى الفوتومترى الفوتوغراف . وهنا يقاس لمعان النجم فى مناطق طيفيه (ألوان) مختلفة . ولما كانت النجوم تُشع بدرجات متفاوته فى المناطق

الطيفيه المختلفه ، فإن نتائج القياسات ، أى لمعان النجم ، يعتمد على طريقة القياس . ولابد لنا من التميـيـز بين : **اللـمـعـان البـصرى** (m_{vis} أو m_v) الذى يقدر فيه إشعاع النجم بالعين المجرده ، **واللمعان الفوتوغراف أو اللمعان الأزرق** (m_{ph} أو m_{pg}) الذى يقاس فيه اللمعان بواسطة لوح فوتوغراف حساس . وإذا وضع قبل اللوح الفوتوغراف مرشح أصفر ، أى ما يناظر منطقة الإحساس الأقصى للعين ، فإننا نحصل على **اللمعان الأصفر أو اللمعان الفوتوغراف البصرى** (m_{pv}) . وهناك أيضا اللمعان الأحمر وتحت الأحمر وهكذا وبدقة أكثر فإن اللمعان يتميز بإعطاء طول موجة متوسط أو يقال غالبا ← طول موجه أيزوفوتى كما يستخدم من منطقة طيفيه . وهذه التحديدات الدقيقه لطول الموجه فى كل من لمعان U ، B ، V التى تستخدم غالبا فى قياسات اللمعان الحديثه . تكون نظام UBV فى ← الفوتومترى . وطول الموجه الأيزوفوتى لهذه اللمعانات تقع فى كل من نطاق فوق البنفسجى والنطاق الأزرق والنطاق البصرى من الطيف . وحسب الإتفاق فإن كل من هذه اللمعانات يساوى الآخريات تقريبا لنجم من النوع الطيفى AO .وقد تم تعريف **لمعان راديوى** m_R فى حالة الإشعاع الراديوى على سبيل المثال بواسطة المعادله :

$m_R = -53.4 - 2.5 \log s$ حيث s هى تيار الإشعاع بالوات لكل م٢ ، وذلك عند ذبذبة قدرها ١٥٨ ميجا هرتز ، وبعرض فى الذبذبة قدره واحد هرتز . وعلى ذلك فإن المجموعات النجوميه العاديه ، على سبيل المثال ، يزيد لمعانها الفوتوغرافى بمقدار واحد عن لمعانها الراديوى .

يرمز للفرق بين لمعانين تم أخذهما بطريقتين مختلـفـتين ، على سـبـيـل المثال مقدار الفرق $m_{ph} - m_{vis}$ ، بإسم ← معامل اللون للنجم . ومعامل اللون هذا عباره عن مقياس للون النجم لأن الإثنين يعتمدان على توزيع شدة الضوء فى طيف النجم .

وبخلاف ما ذكر من لمعانات ، هناك **اللمعان البولومترى** (m_{bol})، وهو مقياس للمعان نجم ما فى كل الطيف أى ليس فى منطقة طيفيه بعينها صغيرة كانت أم كبيره. وقد تم إختيار الصفر هنا بحيث يتساوى لنجم من النوع الطيفى مثل نوع الشمس كل من اللمعان البولومترى واللمعان البصرى . واللمعان البولومترى صعب فى تحديده لأن جو الأرض منفذ فقط للإشعاع فى منطقة ضيقه من الطيف كما أن المستقبلات حساسه فقط فى منطقة طيفيه صغيره مما ينفذه جو الأرض . وقد تم حساب تصحيحات بولومتريه نظريه ، أى بالتحديد الفرق بين كل من اللمعان البولومترى والبصرى ($m_{bol} - m_{vis}$) بحيث يمكن عن طريقها تحويل اللمعان الظاهرى إلى لمعان بولومترى . وهذه التصحيحات هى فى نفس الوقت معاملات لونيه تعتمد على درجة حرارة النجم (الجدول) ، وقيمتها غير أكيده فى حالة الأنواع من النجوم ، التى تشع بدرجة كبيره فى غير النطاق البصرى . إن الأجسام غير ذاتيه الإشعاع ، مثل الكواكب أو توابعها ، التى تعكس ضوء الشمس . تبدو لنا بلمعان يقل كلما زاد بعدها عن الشمس من ناحية وعن الأرض من ناحية أخرى . كما يزداد لمعانها بزيادة مساحة سطحها وبزيادة قدره عكسها ، أى درجة ← العاكسيه . وعلاوة على ذلك فإن الأطوار تلعب دورا ، فمن خلالها يمكن معرفة نسبة الجزء المضئ والجزء الذى يُرى من الأرض .

اللمعان المطلق (الحقيق) وهو عباره عن اللمعان الظاهرى الذى يقيسه مشاهد موجود على بعد ١٠ بارسك من الجرم السماوى ، ويرمز له بالحرف اللاتينى M ويقاس أيضا بالأقدار . وهذا اللمعان هو مقياس لقوة إشعاع النجم ولا يعتمد على المسافة بيننا

التصحيح البولومترى

درجة الحرارة الفعالة °ك	التصحيح البولومترى بالقدر
٣٠٠٠	١,٧-
٤٠٠٠	٠,٦-
٦٠٠ — ٨٠٠٠	٠,٠
١٠ ٠٠٠	٠,٢-
٢٠ ٠٠٠	١,٦-
٥٠ ٠٠٠	٤,١-

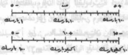
وبين الجرم السماوى . كما هو الحال فى اللمعان الظاهرى . ونجم خافت ظاهريا من الأرض يمكن أن يكون لامعا جدا على مقاييس اللمعان المطلق عندما يكون بعده عن الأرض كبير جدا . وإذا ما عرفنا اللمعان الظاهرى لنجم ما وكذلك بعده عنا فإنه يمكن معرفة لمعانه المطلق : فشدة إشعاع مصدر ضوئى تتناسب عكسيا مع مربع المسافه فإذا كانت   هى شدة الإشعاع الحقيق لنجم ما موجود على مسافة r بارسك I_{10} هى شدة الإشعاع لو وضع النجم على مسافة ١٠ بارسك من المشاهد فإن : $I/I_{10}=10^2/r^2$ ولتحويل نسبة شدة الإشعاع هذه إلى فروق أقدار من اللمعان المطلق M أو الظاهرى m لابد من إدخال هذه النسبه فى معادلة تحدد مقياسا للأقدار :

$$M - m = -2.5 \log I/I_{10} = 2.5 \log 10^2/r^2$$

ومن ذلك ينتج أن اللمعان المطلق   يعطى بالعلاقه :

$$m - M = -5 + 5 \cdot \log r$$

حيث   اللمعان الظاهرى ،   البعد بالبارسك . والكمية (m - M) تعتمد ، فى حالة عدم وجود مادة بين النجوم ، على المسافة وتسمى بمعامل المسافة .



٢ معيار المسافه (m- M) بالأقدار مع المسافه .

فى حالة اللمعان المطلق يتم التمييز كذلك بين اللمعان المطلق البصرى M_{vis} واللمعان المطلق الفوتوغرافى M_{ph} واللمعان المطلق البولومترى M_{bol} الخ . يبلغ معامل المسافه بالنسبه للشمس (– ٥٧ر٣١) ولمعانها المطلق البولومترى + ٦٢ر٤ . وتوجد علاقة بين اللمعان المطلق البولومترى لنجم وقوته الاشعاعيه   ، أى كمية ما يشعه فى الثانيه من طاقه ، وبين درجة حرارته T الفعاله وقطره D

$$M_{bol} = 4.62 - 2.5 \log L = 42.24 - 10 \log T - 5 \log D$$

حيث D بوحدات قطر الشمس الذى يساوى ١٫٣٩٢ مليون كم . ونجم ذو لمعان بولومترى مطلق M_{bol} = صفر له قوة إشعاعيه = ٢٫٧٢ × ١٠^٣٥ إرج/ث = ٢٫٧٢ × ١٠^٢٨ وات . بينما نجم لمعانه البولومترى الظاهرى M_{bol} = صفر يشع فوق مساحة قدرها ١سم^٢ موضوعه خارج غلافنا الجوى فى الثانيه الواحده طاقة قدرها ٢٫٢٧ × ١٠^-٥ إرج (أى ٢٫٢٧ × ١٠^-٨ وات/ م^٢) .

ولمعان الأجسام الواسعه أى غير النقطيه ، على سبيل المثال السدم ، تُعطى **كلمعان سطحى** . وضوء نجم ما من القدر n ممتد على مساحة قدرها ثانيه مربعه على الكره السماويه يماثل لمعانا سطحيا قدره n قدرا . وغالبا ما يعطى عدد النجوم ذوات لمعان معين لكل درجة مربعة الذى يماثل اللمعان السطحى المقصود .

اللمعان الراديوى

radiometric magnitude
magnitude radiométrique *(sf)*
Radiohelligkeit *(sf)*

← اللمعان .

اللمعان الظاهرى

apparent magnitude
magnitude apparente *(sf)*
scheinbare Helligkeit *(sf)*

هو مقياس لشدة ما يصل إلى الأرض من إشعاع جرم سماوى ما .
يقاس اللمعان الظاهرى بالأقدار ويرمز له بالرمز m (← اللمعان) .

اللمعان المطلق

absolute magnitude
magnitude absolute *(sf)*
absolute Helligkeit *(sf)*

ويرمز له بالرمز M وهو عباره عن مقياس لقوة إشعاع نجم ويقاس بالأقدار ؛ ← اللمعان .

اللمعان المساحى

areal brightness
éclat d'air *(sm)*
Flächenhelligkeit *(sf)*

هو ← اللمعان فى حالة مصدر ضوئى له مساحه أى ليس نقطى الشكل .

اللمعه المقابله

counter glow
lueur antisolaire *(sf)*
Gegenschein *(sm)*

هى زياده خفيفه فى شدة إضاءة الضوء البروجى فى النقطه المقابله للشمس .

لوح التصحيح

correcting plate
lame correctrice *(sf)*
Korrektionsplatte *(sf)*

← المنظار العاكس .

لوح فوتوغراف

photographic plate
plaque photographique *(sm)*
Photoplatte *(sf)*

← الفوتوغرافيا .

الليل

night
nuit *(sf)*
Nacht *(sf)*

هو الفتره الزمنيه بين غروب الشمس وشروقها ويعتمد طول الليل على كل من العرض الجغرافى لمكان الرصد وفصول السنه . فعلى خط الإستواء يستمر الليل دائما ١٢ ساعة أما فى الأماكن الأخرى فيطول عن ذلك أو يقصر حسب فصول السنه ، ويبلغ ١٢ ساعه فقط عند الأعتدالين . وأطول ليل بالنسبه للعروض الشماليه يكون فى وقت الإنقلاب الشتوى ، حوالى ٢١ ديسمبر ، وأقصر ليل فى وقت الإنقلاب الصيفى ، حوالى ٢١ يونيو أما بالنسبه للعروض الجنوبيه فها على العكس . وعن الليل فى داخل المناطق القطبيه ← الليل القطبى .

الليل القطبى

polar night
nuit polaire *(sf)*
Polarnacht *(sf)*

هو المده التى لا تظهر فيها الشمس فوق الأفق لفترة تزيد على ٢٤ ساعه . يحدث ذلك بالنسبه للمناطق القطبيه فى العروض الأكبر من ٦٦٫٥° ، فى المنطقة الشماليه ، والأقل من (−٦٦٫٥°) فى المنطقة الجنوبية . وهذه الظاهره فى شتاء نصف كره ما تناظر فى صيف نصف الكره الآخر النهار القطبى ؛ وهو عباره عن المدة التى لا تغرب فيها الشمس بالنسبه لمكان ما فى المنطقة القطبية . وظاهرة الليل والنهار القطبيين مرتبطة بميل محور دوران الأرض بالنسبه لمستوى البروج (← الأرض) ويستمر كل من الليل والنهار القطبيين مدة أطول كلما زاد قرب المكان إلى القطب . وبالنسبه لمكان فوق الدائره القطبيه فإن كل منها يستمر يوما كاملا . أما بالنسبة للقطبيين ذاتهما فإن كل من الليل والنهار القطبيين يستمران لفترة تصل إلى ست شهور وإن كان طولها يقل نتيجة الإنكسار الضوئى فى الغلاف الجوى الأرضى .

ليفرير

Leveriér

هو أوربان جين يوسف ليفرير الفلكى الفرنسى المولود بتاريخ ١١ مارس ١٨١١ فى سانت لو والمتوف بتاريخ ٢٣ سبتمبر ١٨٧٧ فى باريس . منذ ١٨٥٣ مديرا لمرصد باريس . قام ليفرير بأبحاث نظريه عن حركة الكواكب والمذنبات . وحسب فى عام ١٨٤٦ موقع الكوكب نبتون من الإضطراب فى مدار يورانوس فتم بناءا على ذلك إكتشاف جالى لنبتون .

ليو

Lyot

هو برنارد فرديناند ليو الفلكى الفرنسى المولود بتاريخ ١٧ فبراير ١٨٩٧ فى باريس والمتوفى بتاريخ ٢ إبريل ١٩٥٢ فى القاهره ؛ عمل منذ ١٩٢٠ بمرصد باريس ـ ميدن . وقد إهتم ليو بفيزياء الشمس ، وإخترع الكرونوجراف عام ١٩٣٠ .

م

الماجسطى

Almagest *(A)*

هو عنوان الترجمه العربيه لكتاب بطلميوس (← علم الفلك) .

المادة الحول نجمية

circumstellar matter

maitière circumstellaire *(sf)*

zircumstellare Materie *(sf)*

هى مادة غازيه وترابيه موجوده مباشرة حول نجم ما وترتبط فى نشأتها معه كسموجونيا . وعلى عكس مادة ما بين النجوم التى تتحدد ظروفها الفيزيائيه والديناميكيه عموما ، خلال النجوم المجاليه العديده ، فإن ذلك يحدث بالنسبه للماده الحول نجميه (فى الغالب) بتأثير كبير من نجم واحد .

ينتمى إلى المادة المحول نجميه ما يعطيه النجم من مادة ، مادامت لم تتبعثر فى مادة ما بين النجوم . وعلى ذلك فالماده الحول نجميه تضم أيضا المادة الغازيه الموجوده بين الكواكب والتى تشاهد كرياح شمسيه فى مجموعة الكواكب . كذلك فإن النجوم حديثة السن جدا تحاط أحيانا بكميات كبيره من الماده حول النجميه . فعند نشأة النجوم لا تتحول كل الماده الموجوده فى السحابه غير المستقره ، من وجهة نظر الجاذبيه ، إلى نجوم ، أى أنها لا تستهلك كلية فى تكوين هذه النجوم . وإنما يبقى جزء كبير يظهر فى شكل مادة حول نجميه قبل أن يضيع فى مادة ما بين النجوم . ومن وجهات نظر معينه فإن السدم الكوكبيه أيضا تنتمى إلى الماده الحول نجميه .

مادة ما بين المجرات

intergalactic matter

maitière intergalactique *(sf)*

intergalaktische Materie *(sf)*

هى مادة متناثره بين المجرات يسود الزعم بوجودها وإن لم يتم التأكد من ذلك بعد . ويمكن أن تكون مادة ما بين المجرات قد تشتت من المجرات أو تطايرت فى أثناء تصادم المجموعات النجوميه مع بعضها . وكثافة مادة ما بين المجرات لا يمكن إلا أن تكون صغيره جدا ، الشئ الذى يتم إستنتاجه من أنه فى طيف الضوء الذى يأتينا من المجموعات النجوميه الخارجيه لا يوجد أى إمتصاص ملحوظ لهذه الماده . وبالمثل لم نستطع بعد رصد هيدروجين متعادل فيما بين المجرات . ولو أن الهيدروجين موجودا بكمية كبيره لظهر ذلك على هيئة خطوط إمتصاص للطيف المستمر من المجرات الخارجيه فى صوره خط الهيدروجين ٢١ سم . ويمكن أن يكون السبب فى عدم ظهور الخط ٢١سم راجع إلى إرتفاع درجة حرارة مادة ما بين المجرات . ففى هذه الحاله لا يكون الهيدروجين متعادلا وإنما متأينا . وفى المناطق المجاوره للتجمعات الكبيره من المجرات الخارجيه فإن عدد المجموعات التى ترى فى الخلفيه ـ حسب ما أعلنه «تسفيكى» ـ لكل وحدة مساحة أصغر مما فى حالة التجمعات الصغيره . وقد علل «تسفيكى» ذلك بأنه راجع إلى تأثير مادة ما بين المجرات الموجودة قريبا جدا من هذه التجمعات

وأمامها . إلا أنه لا يمكن من خلال ذلك إستنتاج أى شئ عن الكثافه لأن العدد المدروس حتى الآن مازال قليلا جدا . والدليل على وجود مادة ما بين المجرات بالقرب من المجموعات المزدوجه والثلاثيه يأتينا من الصور التى يُشاهد فى أجزاء منها أحزمة خافته الإضاءه بين المجموعات أو بالقرب منها (اللوحه ١٦) وقد إعتقد «ك . هوفمايستر» بإكتشافه لسحابه من مادة ما بين المجرات فى نصف الكره الجنوبى .

مادة ما بين الكواكب

interplanetare matter
maitère interplanétaire *(sf)*
interplanetare Materie *(sf)*

هى هذه الجسيمات الموجوده فى فضاء ما بين الكواكب بين الشمس الكواكب ، وهى عباره عن أجسام صغيره وجسيمات ترابيه وغازات وفى المعنى الأكثر شمولا تضم هذه الماده النيازك أيضا .

يحتمل أن تكون مادة ما بين الكواكب محيطة بالشمس على هيئة سحابة كبيره ومفلطحه ينطبق مستوى تماثلها مع مستوى البروج . وتتباين أبعاد المكونات الترابية لهذه السحابة جدا ، فتصل من أجزاء قليلة جدا من المليمتر إلى أقطار الكويكبات ، وإن كانت الأجسام الكبيره نادرة جدا . وتتكون الكتلة الأساسية من جسيمات صغيره جدا تتراوح أقطارها من ٠٠٠١و٠ إلى ١ر٠ مم . وكثافة السحابه بالقرب من الأرض تقدر بحوالى $١٠^{-٢١}$ إلى $١٠^{-٢٣}$ جم/$سم^{٣}$. كما يقدر التراب الرقيق فى مدار الأرض بحوالى $١٠^{-٨}$ من كتلتها .

ويختلف إحساسنا بالجسيمات حسب حجمها والمكان الذى توجد فيه . فالجزء الرئيسى من شدة إضاءة الضوء البروجى منشؤه التشتت الضوئى على الجسيمات الصغيره جدا وكذلك الحال للمركبه ← من الكورونا الشمسيه . وبدخول هذه الكتل الترابيه فى جو الأرض تبدو مظاهر ضوئيه نشاهدها أحيانا فى السماء أثناء الليل (← الشحابة الليلية المضيئه ، ← الأحزمه المضيئه) . أما الجسيمات الكبيره فإنها تثير مظهر الشهب وذلك عند دخولها ← كنيازك . ويعتبر كل ما هو موجود فى مادة ما بين الكواكب من هذه الأحجام عموما نيازك سواء دخلت جو الأرض أم لم تدخله . ويغلب على هذه النيازك الاقطار من ١ر٠ مم إلى ١سم ، وكثافتها بالقرب من الأرض أقل ١٠٠٠٠ مره من مادة الضوء البروجى .

بالمثل فإن علاقات الحركة لجسيمات مادة ما بين الكواكب مختلفه حسب أقطارها . فالنيازك الكبيره تتحرك حسب قوانين الميكانيكا السماويه حول الشمس وتؤثر فى تغيير مسارها الإضطرابات الناتجه من الكواكب الكبيره فقط . أما الأجسام المتناهية فى الصغر أى الأقل قطرا عن ٠٠١ر٠ مم فمن المحتمل أن تكون قد تطايرت من المنطقة القريبه جدا من الشمس ، لأن ضغط الإشعاع أكبر بالنسبة لها من قوة جذب الشمس . والجسيمات الأكثر كبرا (مادة الضوء البروجى والنيازك حتى بضع السنتيمترات فى أقطارها) يحتمل أن تقترب من بعضها البعض نتيجة ← ظاهرة بوينتنج ـ روبرتسون ، فى مدارات حلزونيه حول الشمس حتى تتبخر أخيرا . وفى أثناء حركتها فى مداراتها حول الشمس تقتنص الكواكب كمية لا يستهان بها من مادة ما بين الكواكب . وقد قُدر ما يدخل إلى الأرض فى يوم واحد بحوالى ١٠ر٠ طن من النيازك وحوالى من ١٠ إلى ١٠٠ طن من الجسيمات الصغيره . كما وجدت كذلك جسيمات فى طمى البحار العميقه (يعتقد أنها) من خارج الأرض . وتقدير الأجسام الساقطه يعطى أحيانا معدل سقوط يومى من الجسيمات الترابيه من مادة ما بين الكواكب يزيد عن القيمة التى ذكرت . ومن جهه أخرى فإنه نتيجة لتصادم المذنبات ، على وجه الخصوص ، وكذلك بفعل تكسير الأجسام السماويه الأخرى تدخل أتربه أخرى إلى مادة ما بين الكواكب ، الشئ الذى يحتمل أن يحافظ على تعادل فى الكتله .

بتقدم تكنولوجية رحلات الفضاء أصبح من

الممكن إثبات وجود مادة ما بين الكواكب أو جمعها بواسطة الآلات الخاصه المناسبه ، وفحصها بعد ذلك فى المعامل . إلا أن هذه الطريقه فى الأرصاد لاتزال فى بدايتها .

وعن **غاز ما بين الكواكب** فإننا نعرف شيئا عن قرب عن طريق الأقمار الصناعيه وسفن الفضاء . يتكون هذا الغاز من الهيدروجين المتأين أى من البروتونات والإليكترونات وكذلك من نوى الهليوم التى تبتعد عن الشمس بسرعات تصل من ٤٠٠ إلى ٥٠٠ كم/ث . وبالقرب من الأرض تقدر كثافة الغاز بحوالى ٥ إلى ١٠ جسيمات لكل سم^{٣} ، وهو ما يقابل كثافة غازية قدرها ١٠ $^{-٢٣}$ جم/سم^{٣} تقريبا . وتيار الغاز الدائم الذى يملأ المجموعة الشمسيه ينشأ أساسا من الهاله الشمسيه . ودرجة الحرارة العاليه للهالة الشمسية مسئوله عن تأين الذرات وتكوين بلازما . وتبعا لذلك فإن غاز ما بين الكواكب ليس إلا هالة الشمس المتمدده أو الرياح الشمسيه ، كما يسمى التيار الدائم من الإشعاع الشمسى .

أستنتج وجود تيار بلازما يبتعد عن الشمس منذ وقت بعيد عن طريق أرصاد تأين ذيول المذنبات . فمن الزاويه بين إتجاه ذيل المذنب والإتجاه إلى الشمس من المذنب يمكن تقدير سرعة الرياح الشمسيه . ويعطى هذا نتائج مطابقه للقياسات المباشره . كذلك فإن التركيب الخارجى لطبقه المجنيتوسفير يتم تحديده من سرعة وكثافة غاز ما بين النجوم . وليست الرياح الشمسيه تيارا يجرى بإنتظام بل توجد تأرجحات فى كثافتها فى شكل «طرود» من الجسيمات . ولبعض هذه الطرود سرعات تصل إلى ١٠٠٠ كم/ث ، الشئ الذى تثبته أرصاد التألق الراديوى . وتجرف البلازما معها من الشمس مجالات مغناطيسيه تصل شدتها بالقرب من الأرض حوالى ١٠$^{-٤}$ إلى ١٠$^{-٥}$ جاوس . وهذه المجالات المغناطيسية فيما بين الكواكب يمكن دراستها كذلك عن طريق مراقبة سلوك سحابة أيونيه يتم إطلاقها بواسطة الأقمار الصناعية فى منطقة ما بين الكواكب .

أمكن بواسطة إمكانيات إستعمال الأقمار الصناعية وسفن الفضاء فى أرصاد مادة ما بين الكواكب رصد الإليكترونات الطليقه القريبه من الشمس بطريقة مباشره . وكل من المركبه ـK للهاله الشمسيه والجزء المستقطب من الضوء البروجى ينتج من تشتت ضوء الشمس على هذه الإليكترونات الطليقه .

مادة ما بين النجوم

interstellar matter
maitière interstellaire ***(sf)***
interstellare Materie ***(sf)***

[اللوحات من ٦ إلى ١١] مادة مبعثره فى الفضاء بين النجوم وكثافها بسيطة يمكن أن تظهر هذه الماده فى صورة مضيئة أو غير مضيئة (بكل ما نذكر هنا تحت هذا البند نعنى به الإشعاع فى النطاق المرئى وليس فى النطاق الراديوى) . **تعتمد إضاءة أو عدم** إضاءة مادة ما بين النجوم على النوع الطيفى لما يجاورها من نجوم . وتتكون مادة ما بين النجوم من جزء غازى وآخر ترابى و ← غاز ما بين النجوم مكون من ذرات منفصله وجزيئات وأيونات وإليكترونات طليقه . ويدل ← تراب أو غبار ما بين النجوم على تلك الجسيمات الصلبه فى مادة ما بين النجوم . وعلى وجه العموم فإن الغازات والتراب يتواجدان سويا .

إمكانيات الرصد : تبدو المادة المضيئة على شكل سدم لامعه يطلق عليها إسم السدم المجريه وذلك نظرا لتبعيتها لمجرة سكة التبانه . وأغلب هذه المناطق من السدم المتناثرة أى ذات شكل غير منتظم ، أما ذات الشكل المنتظم منها فتسمى ← السدم الكوكبيه . وفى نطاق السدم الغازيه المضيئة (السدم الإنبعاثيه) ، يتم التمييز بين مناطق الإنبعاث ضعيفة الإضاءه وبين السدم العاكسه بتأثير التراب . يستدل على السدم الغير مشعه عن طريق إضعافها لضوء ما وراءها من

النجوم . يسبب الغبار إستبعادا فى ضوء النجوم ، أى إضعاف لهذا الضوء ، ويسمى هذا أحيانا بالامتصاص وإن كانت هذه التسميه غير دقيقه تماما . وبذلك تبدو ظاهريا أذرع قليلة النجوم أو خاليه تماما منها . أيضا فإن ما يتم عمله من قياسات فوتومتريه لتحديد المسافات (اختلاف المنظر) بإستعمال اللمعان الظاهرى تحدث فيه أخطاء بسبب مادة ما بين النجوم . وتسمى مادة ما بين النجوم التى تسبب إستبعادا بالسحب أو السدم الداكنه ، وحيث أن شدة الإستبعاد تختلف حسب النطاق الطيفى ، فإن ضوء النجم يتغير فى تركيبه الطيفى ، أى يتلون . ويحدث إستقطاب فى ضوء النجم فى الإتجاه الموازى للجسيمات الترابيه الطويله . وغاز ما بين النجوم يمتص ضوءا ذا موجات مضبوطه ، تتكون مكانها خطوط إمتصاص . وفى النطاق الراديوى يمكن رصد الخطوط الطيفيه لمادة ما بين النجوم ، سواء منها الإمتصاصى أو الإنبعاثى ، كما أن بعض السحب الغازية ينبعث منها إشعاعا راديويا مستمرا .

التركيب الكيماوى ، والكثافة ، والكتله : بما نعرف من تركيب مادة ما بين النجوم حتى الآن فإنها تماثل فى التركيب نجوم الجمهرة الأولى (← شيوع العناصر) . يتكون الجزء الأكبر من الهيدروجين فبين كل ١٠ مليون ذره هيدروجين يوجد الآتى : هليوم ١ - ٢ مليون ، أكسجين ١٠٠٠٠ ، نيتروجين وكربون ونيون لكل ٢٠٠٠ إلى ٥٠٠٠ ؛ والعناصر الأثقل أندر من ذلك بكثير ، مثلا كل من الكالسيوم والصوديوم والبوتاسيوم يوجد منه فقط فى هذا الخليط حوالى ١ إلى ١٠ . تقدر الكثافة المتوسطة فى المنطقة القريبة من الشمس بحوالى ١٠$^{-٢٤}$ جم/سم^{٣} ، أى ذرة هيدروجين لكل ١ إلى ٢ سم^{٣} . أما متوسط كثافة الغبار فتقل مائه مره عن كثافة الغاز . تصل النسبة بين كتلة مادة ما بين النجوم إلى كتلة الأذرع اللولبيه فى الطريق اللبنى حوالى ١٠٪ كما تبلغ ١ - ٢٪ من كتلة الطريق اللبنى كله . أى أن ما يحتويه الطريق اللبنى من مادة ما بين النجوم يبلغ بضع البلايين مثل كتله الشمس . وقد أعطت مجرات حلزونية أخرى نتائج مماثلة فمثلا تبلغ النسبه فى سديم المرأه المسلسله ١٠٪ ، وفى سحابة مجلان الصغرى تكون مادة ما بين النجوم ٣٪ من كتلة السديم .

التوزيع : إن مادة ما بين النجوم ليست موزعة بإنتظام فى الكون وانما يتركز الجزء الأساسى من كتلتها فى هيئة تجمعات سحابيه ، ويظهر ذلك على سبيل المثال فى إنشقاق خطوط الإمتصاص إلى مركبات كثيره (← غاز ما بين النجوم) . وفى المتوسط فإن قطر السحابه يبلغ من ٥ إلى ١٠ بارسك كما تبلغ الكثافة فى السحابة من ٥ إلى ١٠ ذرات هيدروجين لكل سم^{٣} . ومن المحتمل أن تكون السحب عائمه فى وسط تقل كثافته عنها بمائة مرة . ويلاحظ إختلاف كبير عن الكثافة المتوسطة وذلك فى بعض السدم الكثيفة والكبيرة ، كما تدل الأرصاد الراديويه على وجود تجمعات من غاز ما بين النجوم على هيئة أقراص تبلغ أقطارها ١٠٠ بارسك وأكثر وتبلغ سمكها حوالى ٢ بارسك ، إلا أن الكثافة فيها تقدر بحوالى ذرتى هيدروجين لكل سم^{٣} . وفى المناطق التى تكون فيها الكتل الكبيره محسوسه عن طريق خطوط إمتصاصها القويه ، نجد أيضا تغييرات كبيره مثل الإستبعاد والتلوين والاستقطاب فى ضوء النجوم بسبب الغبار . وعندما يكون الإستبعاد قليلا يكون التلوين ... الخ كذلك صغيرا . ومن هنا نستطيع إستنتاج وجود كل من الغاز والغبار معا فى السحب . إن نسبة الغاز إلى الغبار فى سحابة ما ليست ثابته ، بل إنها تتأرجح بمقادير كبيره من سحابة إلى أخرى .

وليست السحب بأية حالة منتظمة التوزيع فى سكة التبانه . ونجد الجزء الأكبر منها فى طبقه سُمكها حوالى من ٢٠٠ إلى ٣٠٠ بارسك حول مستوى سكة التبانه . فى هذه الطبقه تتجمع مادة ما بين النجوم فى الأذرع اللولبيه . من هنا أمكن تحديد الأذرع الحلزونيه للطريق اللبنى وذلك برصد توزيع مادة ما

بين النجوم بواسطة الإشعاع الراديوى لذرات الهيدروجين المتعادله . ومن الممكن أن يكون الطريق اللبنى كله محاطا بهالة من المادة المبعثره يُستدل عليها من إشعاعها الراديوى . ويتضح من المجموعات النجوميه الحلزونية المعروفه أن توزيع مادة ما بين النجوم فيها يماثل تماما توزيعها فى الطريق اللبنى ؛ فأغلب كتلة مادة ما بين النجوم موجوده حول مستوى المجموعة ، وفى الأذرع الحلزونيه . وتوجد طبقة من المادة غير النجميه على شكل حزام قاتم يمتص ضوء النجوم (اللوحه ١٥) ، فى المجموعات النجوميه التى تراها من الحافة . كما أنه فى المجموعات الإهليجيه ، أى تلك التى ليس لها تركيب حلزونى ، لا توجد كميات محسوسه من الماده غير النجميه . وعلى العكس من ذلك فإن المجموعات الغير منتظمه ، مثل السحب المجلانيه ، أغنى بمادة ما بين النجوم عن المجموعات اللولبيه . بقى لنا توزيع مادة ما بين النجوم على الجمهرات النجوميه . وفى ذلك نجد أنه أينما توجد نجوم الجمهرة الأولى توجد كذلك المادة غير النجمية والعكس صحيح . من هنا يتضح الإرتباط الكونى بين هذين النوعين من التجمعات الماديه (أنظر بعده و ← الكسموجونى) .

ويسود الإعتقاد بوجود مادة مشتته فى الفضاء بين المجموعات النجوميه يطلق عليها ← مادة ما بين المجرات . ومجموعتنا الشمسيه مليئه أيضا بتلك المادة المبعثره التى نسميها ← مادة ما بين الكواكب كما تطلق ← المادة الحول نجميه ، على تلك المادة التى توجد مباشرة بالقرب من نجم ما .

الحركات : تقوم مادة ما بين النجوم بادئ ذى بدأ بحركة منتظمة . فالمادة السحابية تشارك فى الدوران العام حول مركز المجموعة النجوميه (المجره) . وفوق هذه الحركة المنتظمه توجد حركة عشوائية للسحب بالنسبة لبعضها يبلغ متوسطها ١٠ كم/ث ، إلا أنه يحدث بعض الأحيان حركات قدر ذلك عشر مرات . كما أنه أمكن التأكد من وجود حركات إضطرابية للتجمعات السحابيه الكبيره على سبيل المثال فى سديم الجبار . ويكثر وجود تمدد قطرى للسحب أو لبعض أجزائها .

إن الزمن الذى تستطيع أن تتحرك فيه سحابة كتجمع متماسك وبسرعتها التى هى عليها محدود جدا . وبسبب الكبر النسبى لمقطع السحب وكذلك كبر سرعتها المتوسطه فإنه لابد من حدوث تصادمات بين السحب . وهذه الاصطدامات فى الواقع غير مرنه وتؤدى إلى تحويل طاقة حركة السحابة إلى طاقة حرارية للغاز فتسخن بذلك السحابه . وفى أثناء التصادم وبعده تعمل عوامل تبريد كثيره على خفض درجة الحراره ثانيه . وينتج من التصادم بين سحابتين سحب جديده وأحيانا تنشق أجزاء عن السحابة أو السحب الناتجه . كما أن تأثير الدوران التفاوتى لسكة التبانه يعمل بين عوامل أخرى على تفكك السحابة ؛ فالأجزاء القريبه من مركز الطريق اللبنى لها سرعات أكبر عن الأجزاء الخارجيه ومن هنا تتفكك السحابة . ويقدر العمر المتوسط لسحابة ما كوحدة مستقلة بحوالى من ٥ إلى ١٠ بليون سنه .

إذا ما إفترضنا أن عدد السحب ثابت على مستوى كل المجموعة النجوميه على الرغم من الفرمله والتشتت الحادثين ، أى عندما يبقى نفس العدد من السحب وكذلك توزيع سرعاتها غير متغيرين فلابد أن تكون هناك قوى تعمل على بناء سحب جديده وتتولى إسراعها . إن معظم عامل الإسراع يجب البحث عنه فى ضغط الغاز ؛ فعندما تمر سحابة بالقرب من نجم ساخن أو تنشأ فى مجموعة كبيره من السحب فإن جزءا من غاز تلك السحابة يتأين بذلك ترتفع درجة الحراره فى السحابه وبالتالى الضغط بحوالى مائة مره . وعليه فإن الغاز المتأين يتمدد مكتسحا أمامه الأجزاء الأبرد . ولما كانت توجد دائما إختلافات عشوائيه فى الكثافه فإن هذا التمدد لا يحدث بصورة منتظمه وغالبا ما تندفع أجزاء بسرعة وأجزاء أخرى ببطئ وبذلك تنشأ سحبا مختلفة السرعه . يزداد عامل الإسراع هذا

فى فاعليته عن طريق نوع من التأثير الصاروخى ؛ ذلك أن كثافة الغاز المتأين تقل مع تمدده وبهذا يمكن للمنطقة المتأنيه التقدم فى الغاز البارد المضغوط . وفى المنطقة حديثة التأين ترفع درجة الحرارة كما يرتفع الضغط بصورة فجائيه فتنطلق جسيمات من هذه المنطقة فى إتجاه النجم . وكصاروخ تجرى الغازات حديثه التأين ناحية الخلف فتسرع السحابة عن طريق هذه الصدمه الخلفيه . كذلك فإن إنفجار النجوم فوق المتجدده (السوبر نوفا) يعمل على زيادة طاقة الحركة المتوسطة لمادة ما بين النجوم ؛ إذ تصطدم المادة المنطلقه أثناء الإنفجار مع مادة ما بين النجوم فتعمل على تسخينها وإسراعها .

يلعب ← المجال المغناطيسى دورا هاما فى حركة مادة ما بين النجوم ؛ فالجسيمات المشحونه مثل الإليكترونات والأيونات تتأثر فى حركتها بالمجال المغناطيسى ، فتسير فى مدارات حلزونيه حول خطوط هذا المجال ومن ناحية أخرى يمكن أن تعمل البلازما (الغاز المتأين) على إضطراب المجال المغناطيسى وسحبه معها . ومن الجائز أن تكون الألسنه السديميه اللامعه تجسيد لذلك . وتجرى الجسيمات المشحونه من الأشعه الكونيه على طول المجال المغناطيسى الموجود فيما بين النجوم . ونتيجه لعدم تجانس المجال المغناطيسى فإن الأشعة الكونيه تنقل طاقتها إلى مادة ما بين النجوم ، الشئ الذى يعمل أيضا على زيادة حركتها . وبالاضافة إلى ذلك فإن جسيمات الأشعة الكونيه منخفضه الطاقة تعمل عن طريق تأيينها لذرات ما بين النجوم على رفع درجة حرارة الغاز . وتعمل المجالات المغناطيسيه بالاضافة إلى ذلك على توجيه الجسيمات الترابيه الغير كرويه من مادة ما بين النجوم ، الشئ الذى يتسبب فى إستقطاب ضوء النجوم المار بالسحابه الترابيه . ومن إتجاه الاستقطاب يمكن إستنتاج إتجاه المجال المغناطيسى . وقد إتضح أن المجالات المغناطيسية تمتد على طول الأذرع الحلزونيه كما أنه من الممكن حدوث إضطرابات محليه شديده .

العلاقه المتبادلة مع النجوم : يحدد الإشعاع النجمى مخزون الطاقة فى مادة ما بين النجوم ، ويعمل إذا كان كبيرا بدرجة كافيه ، على تحريك السحابة ككل . ومن ناحية أخرى يمكن أن تعمل سحابة كثيفة على فرملة نجم يتحرك فى داخلها . وقبل كل شئ فإنه يحدث تبادل كتلة بين مادة ما بين النجوم والمادة النجمية أى المتجمعة فى نجوم . وتعتبر السدم الكوكبيه أمثله لمادة ما بين النجوم التى إنتمت إلى النجوم منذ وقت ليس ببعيد . وعندما تطرد النجوم ببعض كتلها أى فى حالة إنفجار النوفا والسوبر نوفا أو إذا كانت النجوم سريعة الدوران فإنها تعطى بذلك مادتها إلى الفضاء البين نجمى . ونذكر هنا بعض النجوم المزدوجه ونجوم وولف رايت ، P ـ الدجاجة ونجوم B_e التى تتكون هالتها المتمدده من تيار مادى متصل ينساب فى الفضاء البين نجمى (← أجواء أو جو النجوم) . أيضا فإن الإشعاع الجسيمى ، التى تُشعه الشمس على سبيل المثال هو كذلك إثراء للفضاء البين نجمى بالمادة . أخيرا فإن هناك إمكانية بناء جزيئات صلبة أى جسيمات ترابيه فى أجواء النجوم البارده نسبيا ، ثم تندفع هذه الجسيمات بعد ذلك بفعل ضغط الإشعاع إلى الفضاء الغير نجمى . وعلى العكس من ذلك من الممكن أن تجمع بعض النجوم مادة ما بين النجوم حولها بفعل جاذبيتها . يُطلق على هذه العمليه التجمع أو النمو (← نظرية التجمع أو النمو) . والدور الأكبر نسبيا فى هذا المجال تلعبه نشأة النجوم (← كسموجونى) . فتبعا للأفكار الحديثه فإن نجوما تتكون من التجمعات الكثيفة البين نجميه ، أى أن تحويل المادة المتناثرة إلى نجوم شئ دائم الحدوث . وتدلنا الحقائق المرصودة على العلاقة الوطيدة بين كل من النجوم حديثه التكوين ومادة ما بين النجوم . فالإثنان يتواجدان قريبا جدا من بعضها البعض وعلى سبيل المثال فى الأذرع الحلزونيه من المجموعات النجوميه . ويسود الاعتقاد باكتشاف المرحله الأولى على طريق تكوين النجوم فى ←

الكريات ، وهى نوع خاص من السحب الداكنه الصغيره .

أظهرت المحاولات لمعرفة فيزيائيه تبادل الكتله لكل عمليه وجود تعادل بين الزيادة والنقص فى الكتله إلا أن هذه التقديرات لاتزال غير مؤكده وعلى أى حال فإن التبادل كبير جدا ؛ فالجزء الأكبر من مادة ما بين النجوم الحالية يمكن أن يكون فى الماضى موجودا فى داخل النجوم . وتبعا لنظرية حديثه حول ← نشأة العناصر ، لابد أن تكون العناصر الثقيله من مادة ما بين النجوم قد نشأت من الهيدروجين بفعل التفاعلات النوويه فى داخل النجوم .

عرض تاريخى : عُرِف وجود السدم اللامعه منذ وقت بعيد ، وليس هذا غريب لأننا نرى سديم الجبار الكبير بالعين المجرده كإضاءه خافته ومشتته . لهذا فقد أعلن « هرشل » منذ بداية القرن الماضى رأيه بضرورة وجود كمية كبيرة من المادة السديميه المبعثره فى الفراغ بين النجوم إلا إن معرفة كمية شيوع السدم اللامعه والسحب الداكنه تم بعد ذلك بمائة عام ، وذلك بعد إدخال التصوير ، على وجه الخصوص ، بواسطة « برنارد » و« وولف » وقد زال الشك حول وجود المادة الغازية المتناثرة فى الفضاء بيننا وبين النجوم بعد أن إكتشف « هارتمان » خطوط إمتصاص مادة ما بين النجوم .

مؤخرة السفينة

Pupis, Pup *(L)*
poupe *(sf)*
Kiel des Schiffes *(sm)*, **Hinterteil des Schiffes** *(sm)*

هى كوكبة ← الكوثل .

مايا

Maja

أحد نجوم ← الثريا . (والمايا من أسماء الأساطير اليونانية) .

المئزر

Mizar *(A)*

هو النجم زيتا فى كوكبة ← الدب الأكبر .

ما بعد (وراء) بلوتو

trans-plutonian planet
planéte trans-plutonienne *(sf)*
Transpluto *(sm)*

كوكب مزعوم بجوار مدار بلوتو ، لم يكتشف بعد (← المذنب) .

ما شا الله

Messla *(A)*

هو الفلكى والمنجم اليهودى ماشا الله الذى عمل مع العرب فى العلوم وأسلم . عاش فى زمن المنصور ، أول خليفة لبغداد ومؤسس مدرستها الفلكية . ويبدو أن ماشا الله كان من المساحين للمدينة الجديدة عام ٧٦٢ . وقد كانت ترجمات أعماله إلى اللاتينيه ذات قيمة عالية وأستعين بها فى التدريس إبتداءا من القرن الثانى عشر . وتقديرا لجهوده أطلق إسمه على إحدى مناطق الوجه الآخر من القمر .

المأمون

Al Manon *(A)*

هو عبدالله المأمون المتوفى عام ٨٣٣ . وهو بن هارون الرشيد . كان من عظماء العلماء فى عصره . فقد جمع وترجم كثيرا من كتب الإغريق والفرس إلى العربية . كما بنى مرصدا عام ٨٢٩ أخذت فيه الأرصاد بصفة دائمة وبأجهزة شبيهة بأجهزة الإغريق ولكن على يد فريق أحسن تدريبا وأكثر عددا . وقد قيس قوس من خط طول لإختبار تقدير بطليموس لحجم الأرض . كما أعيد تقدير ميل دائرة البروج من جديد فوجد ٢٣° ٣٣َ . وتقديرا لجهوده فى نهضة العلوم أطلق إسمه على إحدى مناطق الوجه الآخر من سطح القمر .

ما وراء المجره

Metagalaxis

← ميتاجالاكسيس .

مبدأ التكافؤ
equivalence principle
principe d'équivalence *(sm)*
Aequivelance principle *(sn)*

← النظرية النسبيه.

المتغيرات
variables
variables *(pf)*
Veränderliche *(pm)*

← النجوم المتغيره.

متغيرات – B_e
Be-variables
Be-variables *(pf)*
Be-Veränderliche *(pm)*

نجوم B_e ، أو نجوم B الانبعاثيه.

متغيرات الجبار
orion variables
variables d'Orion *(pf)*
Orion Veränderliche *(pm)*

هى نجوم متغيرة اللمعان تنتمى إلى متغيرات العناز، وتوجد بأعداد كبيرة فى كوكبة الجبار.

المتغيرات الحشديه
cluster variables
variables d'amas *(pf)*
Haufenveränderliche *(pm)*

← نجوم RR السلياق.

المتغيرات السديميه
nebular variables
variables nébulaires *(pf)*
Nebelveränderliche *(pm)*

هى متغيرات من نوع RW العناز تتواجد بالقرب من سحب مادة ما بين النجوم (السدم المجريه) أو فى مثل هذه السحب.

المتغيرات الشبيه بالنجوم المتجددة (النوفا)
novalike variables
novoides *(pf)*
Novaähnliche Veränderliche *(pm)*

هى مجموعة من النجوم المتغيره تشبه فى تغيير لمعانها وطيفها نجوم النوفا. ويحتمل أن تكون هذه النجوم عباره عن مزدوجات أحدها نجم عملاق -M والآخر نجم -B محاط بطبقه سديميه. ومقدار التغير فى اللمعان، الذى يتعاقب بسرعه أكبر عما فى حالة النجوم متكره التجديد، أقل نسبيا ومصحوب بذبذبات شديده. وفى بعض الأحيان تُعد متغيرات B_e أيضا من النجوم الشبيه بالنوفا.

المتغيرات الطيفيه
spectrum variables
étoiles à spectre variable *(pf)*
Spektrumveränderliche *(pm)*

هى نجوم تتغير فى طيفها شدة خط أو خطوط طيفيه (إمتصاص أو إنبعاث)، ← نجوم ألفا كلاب الصيد. وعلى الرغم من ذلك فإن اللمعان الكلى للنجم يظل ثابتا أو يتغير قليلا فقط. ويحدث الترنح فى شدة الخطوط الطيفيه بإنتظام وبدورات بين ٠,٧ إلى ٢١ يوما. ويسود الإعتقاد بأن يكون سبب هذه التغيرات راجعا إلى تغيير فى المجال المغناطيسى للنجم. ومعظم المتغيرات الطيفيه من النوع الطيفى A.

المتغيرات الكسوفيه أو المزدوجات الفوتومتريه
eclipsing binaries
variables à éclipse *(pf)*
Bedeckungsveränderliche *(pm)*

هى نجوم مزدوجه تغطى إحداها الأخرى لفترة من الوقت، بحيث يؤدى ذلك إلى تغيير اللمعان الكلى الظاهرى للمجموعه. وبذلك فإن هذه النجوم المزدوجه تنتمى إلى المتغيرات من النجوم. والكسوف ممكن نظرا لوقوع خط البصر بالنسبه للناظر إلى الجرم السماوى قريبا من مستوى مدار المزدوج. ويعتبر من غير الممكن مشاهدة النجمين كل على حده، ويمكن إستنتاج خصائص النجم المزدوج فقط من خلال ما يحدث من تغيير فى شدة الضوء، أى من خلال طرق فوتومتريه خاصه. وبخلاف المتغيرات العضويه (الذاتيه) التى تتغير أبعادها مثل قوة الاشعاع ودرجة الحراره الفعاله ونصف القطر، فإن أبعاد المتغيرات الكسوفيه تظل ثابته.

لمنحنى الضوء فى المتغيرات الكسوفيه هبوط سريع

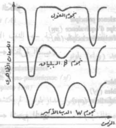
إلى نهاية لمعان صغرى عريضه تنشأ من إختفاء النجم اللامع خلف الأقل لمعانا. ومن الممكن حدوث هبوط آخر بسيط فى اللمعان نتيجة كسوف النجم الأقل لمعانا خلف النجم اللامع. وكـل من شكل التغيـير الضوئى ودورته ثابتين. وحسب شكل منحنى الضوء فإننا نميز بين ثلاثة مجموعات من المتغيرات الكسوفية سُميت بأسماء نجومها النمطية :

(١) **نجوم الغول** وفيها يسير المنحنى الضوئى على نفس الارتفاع تقريبا خارج الكسوف، فى حين يبلغ التغيير الضوئى فى اللمعان أثناء الكسوف بضع أقدر. وتبلغ دورة التغيير الضوئى من يومين إلى خمسة أيام. ونجوم الغول كروية الشكل تقريبا. وإذا ما كان أحد النجمين أقل فى لمعانه كثيرا عن الآخر فإن سطحه المواجه للعضو الألمع يصبح أكثر فى إضاءته عن الجانب الآخر وذلك نتيجة إشعاع النجم الألمع. وفى هذه الحالة فإن منحنى الضوء يأخذ فى الارتفاع قليلا خارج الكسوف من منطقة النهاية الصغرى الرئيسية إلى النهاية الصغرى الثانوية.

(٢) **نجوم بيتا السلياق** ولها تغيير فى اللمعان خارج الكسوف، الشئ الذى يحدث بسبب أن كل من النجمين له شكل مجسم ناقص، وعلى ذلك تتغير المساحه المرئيه لهما خلال الدوره وبالتالى يتغير لمعانهما الظاهرى. ويرجع السبب فى شكلهما هذا إلى قرب النجمين من بعضهما فتعمل قوى جذب الكتله على إختلاف شكلهما عن الشكل الكروى. وفى هذه النجوم فإن دورة التغيير قصيرة نتيجة لقرب النجمين الشديد، إلا أنها أطول من يوم.

(٣) **نجوم W ـ الدب الأكبر** ولها منحنى ضوئى يشابه نجوم بيتا السلياق، حيث شكل نجومها أيضا مجسم ناقص. ويتميز منحنى الضوء لنجوم W ـ الدب الأكبر بكون النهاية الصغرى الرئيسيه والنهاية الصغرى الفرعيه متساويتان فى العمق، علاوة على أن زمن الدورة أقل عن يوم واحد.

وفى حين أن نجوم الغول زوجيات منفصله ونادرا ما



منحنيات ضوئية لبعض المتغيرات الكسوفية

تكون نصف منفصله (نصف متلاصقه) فإن نجوم بيتا السلياق فى الغالب أنصاف متلاصقات أما نجوم W ـ الدب الأكبر فهى مزدوجات متلاصقه (← النجوم المزدوجه).

يعتمد شكل منحنى الضوء فى نهايته الصغرى على كون الكسوف جزئيا أو حلقيا أو كليا. ويتميز الكسوف الجزئى بنهاية صغرى مدببه بينما يتميز كل من الكسوف الحلقى والكلى بنهايات صغرى ضحله إلى حد ما. وتتأثر منحنيات الضوء أيضا بكون أحد أو كلا النجمين له عتمه حافيه خاصه أو أن مادة نجم تنتقل إلى الآخر وبذلك فهى تملأ المسافه بين النجمين على غرار ما يحدث فى نجوم بيتا السلياق نفسها. لهذه الأسباب يصعب من خلال الأرصاد إستنتاج الظروف الطبيعيه التى تسبب هذا المنحنى.

تقدر فترة الدوره لأغلب المتغيرات الكسوفيه ببضع أيام، إلا أنه تم أيضا رصد دورات أطول. فعلى سبيل المثال تقدر دورة مجموعة إبسلوم العناز حوالى ٩٨٨٣ يوما. واقصر دوره تم رصدها حتى الآن هى لمجموعة WZ ـ السهم وتبلغ ٨٠ دقيقه. وأحد نجوم هذه المجموعة عبارة عن نوفا متكرره. توجد المتغيرات الكسوفيه فى جميع الأنواع الطيفيه، إلا أنها موجودة بكثرة فى النوع الطيفى A-. ومن الممكن أن

يكون لنجمى المجموعة نوعين طيفيين مختلفين جدا وبالتالى فإن لهما لمعان مساحى مختلف جدا. والإختلافات الطيفيه بين النجمين فى نجوم بيتا السلياق ونجوم W ـ الدب الأكبر بسيطه فى الغالب.

للمتغيرات الكسوفيه فى الفلك أهمية خاصة، حيث يسهل تعيين أبعادها بدقه يمكن الإعتماد عليها، وخصوصا الكتله والقطر وسرعة الدوران. علاوة على ذلك هناك متغيرات كسوفيه تعتبر الأساس فى أرصاد قيمه لنظرية أجواء النجوم. ومن هذه على سبيل المثال مجموعة زيتا (ζ) العناز بدورتها التى تبلغ ٩٧٢ يوما والتى تتكون من عملاق نوعه الطيفى K5 ومرافق نوعه الطيفى B8 . والنسبة بين قطرى النجمين ٣٠ : ١. ونلاحظ كسوف النجم الأكبر بالنجم الأصغر بالكاد أما أثناء كسوف التابع بواسطة النجم الرئيسى فإن ضوء التابع لا يختفى فجأة وإنما يتخلل هذا التابع تدريجيا فى الغلاف الجوى الواسع ذو الكثافه القليله للنجم الرئيسى. وتستغرق هذه المرحله الإنتقاليه إلى الكسوف الكلى حوالى ٣٢ ساعة يتم فى خلالها إنطباع خطوط طيفيه من جو المارد الكبير، النجم K ، على طيف التابع الصغير، النجم B . ويمكن إستغلال ذلك لدراسة الظروف الطيفيه فى جو النجم العملاق طبقه بعد طبقه. وتوجد إمكانية مشابهة لدراسة طبقات الغلاف الجوى للنجوم وذلك بالنسبة للشمس فقط نظرا لرؤيتنا لها كقرص كبير.

تم حتى الآن إكتشاف أكثر من ٣٥٠٠ متغيرا كسوفيا ثلثيها من نوع الغول بينما الباقى يقسم تقريبا بالتساوى بين المجموعتين الباقيتين وما لم يمكن تقسيمه بعد من المتغيرات الكسوفيه.

متغيرات المجسمات الناقصه

ellipsoidal variables
variables ellipsoidales *(pf)*
ellipsoidische Veränderliche *(pm)*

هى مزدوجات نجوميه كل من نجميها على شكل مجسم ناقص. وبسبب ذلك تتغير المساحة المضيئه من النجمين وبالتالى اللمعان الظاهرى أثناء دوران أحدهما حول الآخر. والتغير الضوئى دورى تماما وإن كان مقداره صغير. والنجمان لا يمكن تمييزها، وإنما يبدوان كنجم واحد. وينتج هذا التجسيم نتيجة قرب النجمين من بعضهما بحيث تؤثر عليهما قوة جذب تبادلية. وهذا النوع من النجوم لايحدث له كسوف مثل الذى يحدث فى حالة المتغيرات الكسوفية وذلك لأن خط البصر الواصل من المشاهد إلى المزدوج لايقع فى مستوى المدار.

المتغيرات غير المنتظمه

irregular variables
variables irréguliérs *(pf)*
unregelmässige Veränderliche *(pm)*

هى نجوم متغيره ذات تغيير غير منتظم فى اللمعان. وتسير المنحنيات الضوئيه فى هذه النجوم فى موجات ضحله يتغير كل من شكلها وطولها. ويمكن أن يبلغ مقدار التغيير حوالى قدرين. وحتى فى قطعة قصيره من المنحنى الضوئى لا يمكن التحقق من علاقة دوريه. والمتغيرات غير المنتظمه هى إما عمالقه أو فوق عمالقه. وتوجد تقريبا فى كل الأنواع الطيفيه.

المتغيرات نصف المنتظمه

semi - regular variables
variables semi - régulières *(pf)*
halbregelmässiger Veränderliche *(pm)*

هى نجوم متغيرة اللمعان يكون فيها التغيير الدورى والمنحنى الضوئى دوريا فى مناطق قصيره فقط. وحسب درجة الدوريه وشكل المنحنى الضوئى والطيف يتم التمييز بين أربع مجموعات:

١) نجوم ـ SR_a وهى نجوم عمالقه (والحرفين S ، R من المعنى الانجليزى شبه منتظم) من الأنواع الطيفيه M ، R ، N ، S وغالبا ما يتميز هذا النوع عن نجوم الأعجوبه فقط عن طريق التأرجح البسيط فى اللمعان والذى يقل عن ٢,٥ قدرا.

٢) نجوم SRb- وهى نجوم عمالقه من الانواع الطيفيه N ، R ، M ، K ، S . ومنحنيات الضوء

فيها تماثل مجموعة SR_a ، فتوجد فقط أجزاء منتظمه نسبيا تستبدل أحيانا بأجزاء غير منتظمه وأجزاء أخرى متغيرة الدوره.

٣) نجوم SR_c - وهى نجوم من فوق العمالقه من الأنواع الطيفيه G8 حتى M. ويتغير ضوء هذه النجوم مع وجود تتابع من موجات طويله جدا وضحله متشابهه فى الطول. وأحيانا توجد مناطق ميته أو تراكمات من موجات قصيره.

٤) نجوم SRd وهى عمالقه وفوق عمالقه من النوع الطيفى F حتى K منحنياتها الضوئيه ذات تموجات ملساء وتظهر لوقت طويل كما لو كان تغييرها دوريا. لكن تحدث إضطرابات قصيرة الأمد يتبعها بعد ذلك تغيير منتظم فى اللمعان ثم تأتى دوره متغيره جزئيا فقط.

وبين المتغيرات نصف المنتظمه والمتغيرات المنتظمه توجد متغيرات يصعب تقسيمها بوضوح.

يرجع السبب فى التغيير الضوئى إلى نبض غير منتظم فى النجوم تتغير معه أنصاف الأقطار ودرجات الحرارة.

متناسب

commensurable
commensurable
kommensurabel

أى ممكن قياسه على نفس المقياس. عندما يمكن إعطاء العلاقه أو النسبه بين زمنى دوران جسمين فى المجموعه الشمسيه بعددين صحيحين صغيرين يقال فى هذه الحاله أن الجسمين متناسبين أو توجد بينهما علاقة تناسب. ويؤثر هذان الجسمان على بعضهما من خلال قوة جاذبيتهما، وبصورة قويه على وجه الخصوص فى حركتيهما بحيث تحدث إضطرابات كثيرة فى المدارين. ونتيجة لذلك توجد على سبيل المثال فجوات تناسب فى أزمنة دورات ← الكواكب.

المثلث

Triangulum, Tri *(L)*
triangle
triangle *(sm)*
Dreieck *(sn)*

كوكبة المثلث. وهى إحدى كوكبات نصف الكرة الشمالى التى نشاهدها فى ليالى الشتاء عالية فى السماء. وفى هذه الكوكبه يوجد **سديم المثلث** المعروف M33 ، وهو مجموعة نجوميه حلزونيه يمكن رؤيتها بواسطة نظارة ميدان قويه.

المثلث الجنوبى

Triangulum Australe, TrA *(L)*
traingulum australe
triangle australe *(sm)*
südliches Dreicck *(sn)*

إحدى كوكبات نصف الكرة السماويه الجنوبى التى لا تُرى من خطوط عرض أغلب البلاد العربيه.

المثلث الصيفى

summer triangle
triangle d'été *(sm)*
Sommer - Dreick *(sn)*

هو المثلث المكون من الثلاثه نجوم اللامعه ؛ النسر الواقع فى كوكبة السلياق، والطائر فى كوكبة العقاب والذنب فى كوكبة الدجاجه. وهذه النجوم تكون معا مثلثا متساوى الأضلاع يشاهد فى ليالى الصيف وحتى فى شفق المساء قبل النجوم الأخرى.

المثلث الفلكى

astronomical triangle
triangle astronomique *(sm)*
astronomisches Dreieck *(sn)*

هو مثلث كروى على الكره السماويه يمثل أركانه ؛ السمت والقطب السماوى والجرم السماوى. والمثلث الكروى مهم فى التحديد الجغرافى للأماكن.

المجال المغناطيسى

magnetic field
champ magnétique *(sm)*
Magnetfeld *(sn)*

١) عن المجال المغناطيسى الأرضى ← الأرض.

٢) المجال المغناطيسى للكواكب والقمر: كما يتضح من الأبحاث المباشرة للمختبرات الفضائيه. فإن كوكبى المريخ والزهره وكذلك القمر ليس لها مجال مغناطيسى أو على الأقل لها مجال ضعيف جدا. بينما يدل الإشعاع الراديدى من ← المشترى على مجال مغناطيسى قوى.

٣) عن المجال المغناطيسى البين كوكبى ← مادة ما بين الكواكب.

٤) عن المجال المغناطيسى للشمس، ← الشمس.

٥) المجال المغناطيسى للنجوم: أمكن لعدد لم يصل بعد إلى ١٠٠ نجم التحقق بما لايدع مجال للشك من وجود مجال مغناطيسى؛ وهذه النجوم تسمى بالنجوم المغناطيسيه. ويظهر المجال المغناطيسى من خلال إنقسام أو على الأقل إتساع خطوط الإمتصاص فى أطياف هذه النجوم نتيجة ← ظاهرة زيمان. ولما كان هذا التأثير صغير جدا فإن الأرصاد تقتصر على النجوم ذات الخطوط الطيفيه القليله لكن الضيقه وواضحة التحديد. وأحسن النجوم لهذا الغرض هى نجوم–A وبالذات تلك التى يتجه محور دورانها ناحية الراصد. وفى هذه الحالة لا تحدث زيادة إضافيه فى إتساع الخطوط الطيفيه نتيجة لدوران النجم. وأكبر شدة مجال قيست حتى الآن هى للنجم HD 215441 وتبلغ حوالى ٣٤٤٠٠ جاوس. وقد إتضح أن شدة المجال تتأرجح بطريقة غير منتظمه حتى أن بعضها يقل إلى ١٢٠٠٠ جاوس. ومع ذلك فقد بقى القطب موجبا، وإن كان قد شوهد إنقلاب فى القطب لنجوم أخرى. ومن ذلك أن المجال المغناطيسى للنجم ٥٣ الزرافه يتغير دوريا فى خلال ٨ أيام بين+ ٣٧٥٠ إلى– ٥٣٩٠ جاوس. ويحتمل أن يكون السبب فى تغيير القطب لهذه النجوم المغناطيسيه راجعا إلى أن محور الدوران ينطبق مع المحور المغناطيسى. وفى أثناء الدوران نرى مرة القطب المغناطيسى الشمالى ومرة القطب الجنوبى، وإن كانت هناك إثباتات ضد ذلك. ونظرا لأن تغيير القطب يصاحبه فى الغالب تغيير فى شدة الخطوط الطيفيه؛ لذلك فإن النجوم المغناطيسيه فى الغالب متغيرات طيفيه. ومن غير المعروف ما إذا كان المجال المغناطيسى فى حالة النجوم مجال عام كما هو الحال بالنسبة للأرض أم نتيجة لتراكم مجالات مغناطيسيه محليه شبيهه بما على البقع الشمسيه.

وبخلاف نجوم– A، أحسن النجوم لدراسة المجال المغناطيسى نظرا لظروف الرصد المناسبه، فقد إتضح وجود مجال مغناطيسى أيضا فى أنواع طيفيه أخرى. من ذلك أنه وجد مجال مغناطيسى لنجم تحت قزم بالقرب من المتغير RR السلياق وكذلك لثلاث عمالقه– M. وجميع النجوم المغناطيسيه تقريبا لها خصوصيات طيفيه.

٦) المجال المغناطيسى البين نجمى: من المحتمل وجود مجال مغناطيسى عام فى الطريق اللبنى، تسير خطوطه موازيه للأذرع الحلزونيه، بصرف النظر عن بعض الإضطرابات المحليه. يبدو ذلك ظاهرا بأسباب منها توجيه الجسيمات الترابيه البين نجميه (← غبار ما بين النجوم)، الذى يعمل على إستقطاب ضوء النجوم. ويمكن من قياسات الإستقطاب إستنتاج شدة مجال من حوالى $١٠^{-٦}$ إلى $١٠^{-٥}$ جاوس. وشدة مجال كهذه تعطى الإنقسام الحادث نتيجة ← ظاهرة زيمان فى خط ٢١ سم. وهذه الأرصاد ممكنه فقط فى حالة وجود خط ٢١ سم إمتصاص وفى حالة ما إذا كانت الخطوط واضحة التحديد. وعلى وجه العموم فإن الإتساع الناشئ من ظاهرة دوبلر (← ظاهرة دوبلر) كبير لدرجة أنه يخفى الإنقسام الحادث نتيجة لظاهره زيمان على فرض وجودها. وهناك إمكانية أخرى لقياس شدة المجال المغناطيسى البين نجمى بواسطة أرصاد دوران مستوى الإستقطاب (← ظاهرة فارادای) للمصادر الضوئيه. وحيث أن الإشعاع الراديدى المستقطب ينشأ كإشعاع سينكروترونى أى بواسطة إليكترون يتحرك بسرعة عاليه فى مجال مغناطيسى فإنه من الصعب فصل الجزء الناشئ من ظاهرة الدوران البين نجمى من الجزء الناشئ أصلا فى المصدر الإشعاعى. وتزداد صعوبة ذلك من إعتماد زاوية الدوران على كثافة

الإليكترونات فى خط الرؤيه ، وهى معروفه ولكن بطريقه غير دقيقه. كذلك فإن هذه القياسات تستنتج مجال مغناطيسى بين نجمى له نفس القدر. ومن المحتمل أن تكون المجالات المغناطيسيه البين نجميه ناشئه من الحركة الإضطرابيه للسحب الغازيه المتأينه ، أى المكونه للبلازما ، حيث تتسبب الإختلافات المحليه من درجة الحرارة وكثافة الإليكترونات فى مرور تيارات كهربائية على غرار ما يحدث على سبيل المثال عند تلامس مادتين مختلفتين أو كتيار حرارى فى حالة درجتى حرارة مختلفتين فى موصل. وهذه التيارات تتسبب بالتالى فى مجال مغناطيسى ضعيف. وخطوط المجال «متجمدة» فى البلازما ، أى أنها تُؤخذ مع حركة البلازما وفى أثناء ذلك يتغير شكلها وتُسحب فى الطول. ومثلما يحدث فى أثناء مد شريط مرن فإن ذلك يتطلب شغلا تتحول بموجبه طاقة الحركة إلى طاقه مغناطيسيه ويقوى بذلك المجال المغناطيسى. وتظل هذه التقويه حتى تتساوى الطاقة المغناطيسيه مع طاقة الحركه. ويحدث تجمد الخطوط المغناطيسيه من أن البلازما تتحرك سريعة نسبيا أما المجال المغناطيسى فيتحرك فقط ببطئ بتأثير البلازما. وفى حالة تمدد سريع للمجال المغناطيسى تنتج فى البلازما تيارات توصيل تعمل على إيقاف التغيير. وبذلك فإن الخطوط المغناطيسيه تؤخذ مع البلازما فى حركتها ، لأنها لايمكنها الرجوع بسرعة كافيه إلى مكانها الأصلى.

المجرات الأقزام

dwarf galaxies
galaxies naines *(pf)*
Zwerggalaxien *(pf)*

تسميه يرمز بها إلى ← المجموعات النجوميه الصغيره الموجوده خارج مجرة سكة التبانه.

مجرات زايفرت

seyfert galaxies
galaxies de Seyfert *(pf)*
Seyfertgalaxien *(pf)*

هى مجموعات نجوميه غير مجريه (خارجيه) لها نواه صغيره ولامعه تمتد إلى ١٠٠ بارسك ويوجد فى طيفها خطوط إنبعاث عريضه. ومن عرض خطوط الإنبعاث والإزاحة الدوبلريه لها (← ظاهرة دوبلر) يمكن إستنتاج درجات حرارة عاليه وسرعات تمدد كبيره لغاز النواه. ينبعث من مجرات زايفرت أيضا إشعاع راديوى ، وإن كانت شدته غير ثابته. وقد أمكن أيضا الإستدلال على تغيير فى النطاق البصرى من طيف مجرات زايفرت. وتتفق الخصائص المميزه لهذه المجرات أساسا مع الأجسام الشبيهه بالنجوم لدرجة تجعل الإحتمال كبير أن تكون هذه المجرات عبارة عن حلقة وصل بين كل من المجموعات النجوميه العادية من جهه والأجسام الشبيهه بالنجوم والمنابع الراديويه من جهة أخرى.

سميت مجرات زايفرت بهذا الإسم تبعا للفلكى «زيفرت» الذى نبه إلى خصائص هذه المجموعات النجوميه.

المجرات المتلاصقه

contact galaxies
galaxies en contact *(pf)*
Kontaktgalaxien *(pf)*

هى مجموعة من ← المجموعات النجوميه الخارجيه.

مجره

galaxy
galaxie *(sf)*
Galaxie *(sf)*

وجمعها مجرات. كانت تدل على ← سكة التبانه أما حديثا فتستخدم للدلاله أيضا على المجموعات النجوميه الأخرى. وكلمة المجره ، معرفة ، تعنى مجرة سكة التبانه غالبا.

المجره الراديويه

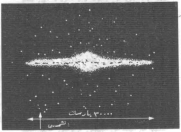
radiogalaxy
radiogalaxie *(sf)*
Radiogalaxie *(sf)*

هى مجموعة نجوميه خارجيه ذات إشعاع راديوى قوى جدا ، ← منبع راديوى.

مجرة سكة التبانه

milky way galaxy
voie lactée *(sf)*
Milchstrassensystem *(sn)*

مجموعة نجومية تنتمى إليها مجموعتنا الشمسية ومعها الأرض وحوالى ١٠٠ بليون نجم آخر وكذلك كميات كبيرة من مادة ما بين النجوم . ومن النجوم ما هو منفرد أو مزدوج وما هو عديد . كما أن النجوم تكون كذلك حشودا نجومية . جميع هذه الأجسام تكون ما يشبه قرص له نواه مركزية تزيد فيها كثافة النجوم عن مناطق الحافة . تبدو مجموعة سكة التبانه ، كما نراها فى الشكل ، بالنسبة لمشاهد خارج المجموعة وذلك لو نظر إليها من الحافه (قارن بالمجموعات النجومية فى اللوحة ١٥) . وتلتوى الأجزاء الخارجية حول النواه مكونه أذرع لولبيه تتكون من نجوم وحشود مجرية ومواد بين نجوميه .



١ الشكل المتوقع لمجرة سكة التبانة بالنسبة لمشاهد يطل فى إتجاه مستوى المجره . وتمثل النقط الكبيرة حشوداً كروية بينما النقط الصغيرة المنعزلة تدل على نجوم RR السلياق .

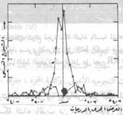
وتتواجد الشمس وما يتبعها من الكواكب داخل مجره سكة التبانه بالقرب من مستوى التماثل أو مستوى المجره ، ولكن إلى الخارج بعيدا عن النواه . وترى جميع النجوم من الأرض مسقطة على الكره السماوية ، الشئ الذى يتسبب فى ظاهرة سكة التبانه الضوئية المعروفة . (إسمى مجموعة سكة التبانه أو مجموعة الطريق اللبنى أتيا من ظاهرتى سكة التبانه أو الطريق اللبنى على التوالى) .

إن البحث فى الشكل والتركيب الداخلى للطريق اللبنى معقد جدا لأن أى راصد على الأرض يوجد فى داخل المجره . علاوة على ذلك فإن هذا الراصد يرى فقط ١٥٪ من المجموعة بوضوح أما الأجزاء الباقية فهى مختفية خلف المادة الغير نجمية التى تمتص الضوء . لهذا فإن معلوماتنا عن مجرة الطريق اللبنى ناقصة جدا والشئ المؤكد فيها هو فقط ما نعرفه عن المنطقة المجاورة للشمس . ومن سمات دراسة التركيبات الكبيرة أن النجوم والأجسام الأخرى مثل الحشود النجمية وسحب مادة ما بين النجوم لا تعتبر أجساما قائمة بذاتها وإنما أعضاء فى جماعة كبيرة ، بحيث تنطبق عليها أساسا الطرق الإحصائية . لذلك فقد حصلنا على أهم النتائج من الإحصاء النجمى . وحديثا زاد الفلك الراديوى والدراسات الفردية لأجسام معينة من معلوماتنا عن التركيب الحلزونى لمجرة الطريق اللبنى بدرجة كبيرة وقد إتضح عموما أن مجرتنا لها نفس البناء والتركيب مثل ← مجموعة نجومية من النوع **Sb** .

الجمهرات والأبعاد : يعتمد التوزيع الظاهرى للنجوم فى السماء من ناحية على توزيعها فى الفضاء ، ومن ناحية أخرى على مكان الرصد أى على مكان المجموعة الشمسية بما فيها الأرض ، كنقطة الرصد فى المجره . ومن توزيع النجوم الظاهرى فى السماء فإننا نحاول إستنتاج توزيع النجوم فى الفضاء ومكان الشمس فى مجموعة سكة التبانه. وليست الأنواع المختلفة من النجوم موزعة بالتساوى فى داخل الطريق اللبنى وإنما يمكن فى الغالب التحقق من أن أنواعا معينه من النجوم ، مثل أنواع طيفية بذاتها ، أكثر شيوعا فى مناطق معينه من سكة التبانه ، بينما هى أقل شيوعا فى مناطق أخرى . وتقسم الأجسام التى توجد فى مناطق محدده جدا من الطريق اللبنى ـ كما توجد فى مناطق مناظرة تماما فى المجموعات النجومية الأخرى ـ

إلى جمهرات . ومن دراسة نجوم النوع الطيفى O وكذلك تجمعات O فإننا نجد أن هذه الأجسام توجد ، وبدون شذوذ ، مباشرة بالقرب من مستوى تماثل المجره . وتتركز كل من متغيرات دلتا قيفاوى والحشود النجومية المفتوحة وكذلك نجوم فوق العمالقة بدرجة مماثلة بالنسبة لمستوى تماثل المجره . كل هذه النجوم تتميز بإنتمائها إلى الجمهرة الأولى المتطرفة . أما نجوم النوع الطيفى A التى تنتمى إلى الجمهرة الأولى الأكبر سنا فتتواجد على أبعاد أكبر من مستوى تماثل المجرة عن نجوم النوع الطيفى O . يبدو ذلك جليا فى التوزيع الظاهرى للنجوم على القبة السماوية حيث نجوم A لها فى المتوسط عرض مجرى أكبر من نجوم O ، إلا أن نجوم A لازالت تحتشد أيضا فى العروض المجرية الدنيا ويقل عددها بسرعة فى إتجاه قطب المجره . وعلى كل فإن نجوم A موزعة على منطقة أكبر من منطقة توزيع نجوم O ، ومن هنا فإن نجوم A تمثل مجالا أكبر للبحث فى الطريق اللبنى عن نجوم O . هناك أيضا جمهرة القرص الفرعية كمجموعة أكثر إتساعا ينتمى إليها كل من السدم الكوكبيه والنجوم المتجدده (النوفا) ونجوم RR – السلياق ذات التغيير الضوئى الأقصر من ٠٫٤ يوم وكذلك الجزء الأكبر من نجوم F إلى M . كما تنضم الجمهرة الفرعية كذلك الجزء الرئيسى من النجوم فى نواة المجره . أما الجزء الآخر من مجموعة سكة التبانه فيتكون من الحشود الكروية ونجوم RR السلياق ذات طول الدوره الأكبر من ٠٫٤ يوم . هذا الجزء كروى الشكل تقريبا فى شكله الخارجى كما أنه يحيط على شكل هالة بالمجره الأساسية والتى تحدد ملامحها بجمهرة القرص . لهذا السبب فإن الجمهرة الثانية المتطرفه ، التى تضم كلا من الحشود الكروية ونجوم RR السلياق تسمى أيضا جمهرة الهالة . ولأجسام جمهرة الهالة تركيز أقل بالنسبة لمستوى المجره وعليه فإننا نجد أجسام هذا النوع موزعة تقريبا بإنتظام فى جميع العروض المجرية . وتتداخل الجمهرات النجومية حيث يمكن أن نجد أجسام من جمهرة الهالة والجمهرات الأخرى بالقرب من مستوى المجرة .

ليست مادة ما بين النجوم بشكلها الغازى والترابى موزعة بإنتظام فى مجرة الطريق اللبنى وإنما يزيد تركيزها فى إتجاه مستوى المجره مثل نجوم O ، أى أنها تنتمى بذلك إلى الجمهرة الأولى المتطرفة . ويبدو الجزء الترابى من هذه المادة واضحا فيما نراه بالعين المجردة من مناطق خالية من النجوم فى العروض المجرية المنخفضة وكذلك فى التقسيم الظاهرى لحزام الطريق اللبنى إلى قسمين خلال كوكبات الدجاجه والعقاب والحويه والقوس ، حيث أن المادة الترابيه تمتص الضوء القادم من خلفها . ويأتى كذلك ما هو واضح فى الشكل ٢ من نقص عدد الحشود الكروية والمفتوحة بالقرب من خط إستواء المجره نتيجة للإمتصاص الذى تحدثه مادة ما بين النجوم تماما مثل غياب المجموعات النجومية الخارجيه فى ← المناطق الخالية من السدم . يعد الهيدروجين أكثر العناصر شيوعا فى مادة ما بين النجوم . وهو بالقرب من النجوم الساخنة (نجوم O أو Bo حتى B_2) فى حالة متأينه . وسحب هذا الغاز المتأين (مناطق HII) تقع فى كل من النطاق

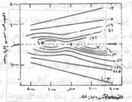


٢ توزيع كل من الحشود الكروية (.) والمفتوحة (○) مع العرض المجرى . ويلاحظ أن الحشود الكروية موزعة بدرجة متساوية تقريباً على العروض المجرية المختلفة بينما تتزاحم الحشود المفتوحة أكثر قريباً من مستوى المجرة .

البصرى والراديوى وبذلك يمكن إكتشافها . أما مناطق الهيدروجين المتعادل (مناطق HI) فيمكن الإحساس بها فى النطاق البصرى من الطيف وذلك بما تحدثه من إمتصاص إضافى فى ضوء النجوم خلال طريقة إلينا . وفى النطاق الراديوى ترسل مناطق HI خط إنبعاث بطول موجة حوالى ٢١سم . وهذا الخط عظيم الأهمية وخصوصا فى دراسة الأذرع اللولبية لمجرة الطريق اللبنى (انظر بعده) .

بالتدقيق فى إعداد عدد النجوم فى وحدة المساحة على الطول المجرى نجد أن هناك إحتشادا منتظم (لكل أنواع النجوم) فى إتجاه كوكبات الترس والقوس والعقرب بينما فى الإتجاه المضاد يوجد عدد أقل من النجوم بدرجة واضحة والعدد الكبير من النجوم فى إتجاه الأطوال المجريه ٣° ، ٢٠° (بسيمة متوسطة صفر°) ، يأتى من وجود نواة المجره ، التى تتميز بكثافة نجومية كبيرة فى هذا الإتجاه . وبالنسبة لراصد فوق سطح الأرض فإن مركز مجرة سكة التبانه غير ممكن الرؤية ، حيث تتجمع سحب داكنه وكبيرة فى هذا الإتجاه . ويمكن فقط دراسة هذه النواه بالإرصاد فى الموجات تحت الحمراء متطرفة الطول .

يمكن الحصول على تركيب الطريق اللبنى بالقرب من الشمس وذلك برسم كثافة النجوم فى جميع الأنواع الطيفية مع البعد عن الشمس ثم نوصل جميع النقط ذات الكثافات المتساويه ، فنحصل بذلك من الشكل على سطوح متساوية الكثافة . ويمثل شكل ٣ قطاعا خلال مجموعة السطوح عمودى على مستوى الطريق اللبنى وفيه تم تمييز كل من موقع الشمس وإتجاه مركز المجره . يتضح من الشكل الإنخفاء الحادث فى الطريق اللبنى ناحية المركز وكذلك تماثل المجموعة بالنسبة لمستوى الطريق اللبنى . ونرى أيضا التشويه الحادث فى السطوح متساوية الكثافة عند المسافات البسيطة من مستوى الطريق اللبنى ، الشئ الذى يؤدى إلى إستنتاج وجود تأرجحات فى الكثافة على المستوى

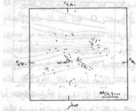


٣ مقطع عمودى على مستوى المجره ماراً بكل من الشمس (○) ومركز المجرة . وتعطى الأعداد على الخطوط المتساوية فى الكثافة النجومية تلك الكثافة مقدرة بوحداتها فى المنطقة القريبة من الشمس . ويشير السهم الى اتجاه مركز سكة التبانة .

الكبير . وهذه الإختلافات فى كثافة النجوم يمكن أن تأتى نتيجة لوجود الأذرع الحلزونية .

يبلغ سمك حزام الطريق اللبنى ، والذى يتحدد بأفراد الجمهرة الأولى وجمهرة القرص ، حوالى ٥٠٠٠٠ بارسك . ونحصل على قطر سكة التبانه فى مستوى المجره بتعيين مسافات الأجسام المختلفه من الشمس فى جميع الإتجاهات . ويتضح أن المجموعات الفرعيه من الجمهرة الأولى وكذلك جمهرة القرص لها نفس الإمتداد ، ويبلغ القطر فى هذا المستوى حوالى ٣٠٠٠٠ بارسك كما يبلغ قطر جمهرة الهالة ٥٠٠٠٠ بارسك .

لا توجد الشمس فى مستوى المجره تماما . يتضح ذلك من أن عدد النجوم فى العروض المجريه الجنوبيه أكبر بوضوح ، خصوصا بالنسبه للجمهرة الأولى المتطرفه ، عما هو عليه فى العروض الشمالية ، من مثل هذا التعداد النجومى وجد أن الشمس تقع على بعد حوالى ١٥ بارسك شمال مستوى المجره . كذلك لا توجد الشمس فى مركز المجره ولا حتى بالقرب منه وإنما بعيدا إلى الخارج . ومن التوزيع الظاهرى للأجسام المختلفة فى مجرة الطريق اللبنى ينتج أن مسافة الشمس تبلغ حوالى ١٠٠٠٠ بارسك من مركز المجره .



٤ توزيع كل من الحشود المجرية الحديثة ومناطق HII حول الشمس .

الأذرع الحلزونيه : إمكن من دراسة توزيع مناطق الهيدروجين المتأين (مناطق HII) وتجمعات O والحشود المفتوحه الصبيه وكذلك نجوم النوعين المتقدمين O ، B إستنتاج تركيب دقيق بالقرب من الشمس يجعلنا نعتقد بوجود أذرع حلزونيه . وتتميز الأذرع الحلزونيه ، كما يتضح من أرصاد المجموعات النجوميه الخارجيه أساسا بكثرة مادة ما بين النجوم وكل من نجوم O ، B وتجمعات O والحشود النجمية المفتوحة . لقد ظل من الصعب الحصول على دليل قاطع على وجود الأذرع الحلزونيه إلى أن أصبح ذلك ممكنا على أساس الأرصاد فى الطول الموجى الراديوى ٢١ سم . ويوضح شكل ٥ نتائج هذه الدراسات ، وفيه تتضح أماكن الأذرع ، كما نتتج من توزيع مناطق HI . من الجدير بالذكر أنه أمكن تتبع الأذرع حتى بعد ١٨٠٠٠ بارسك من الشمس ويحتمل أن لا تكون الشمس واقعه مباشرة فى أحد الأذرع الحلزونيه ، وإنما على حافة أحد الفروع الواصله بين ذراعين متجاورين (أعتبر هذا الفرع دائما حتى الآن على أنه ذراع خاص سمى بذراع الجبار وذلك بإسم ما يوجد به من تجمعات O التى ترى فى برج الجبار) . والذراع الذى يلى ذلك إلى الخارج يبعد حوالى ٢٠٠٠ بارسك ويسمى بذراع فرساوس ثم يليه ذراع



٥ التركيب اللولبى لسكة التبانة كما تم استنتاجه من الأرصاد الراديوية .

القوس . ويصل بين هذين الذراعين الفرع الذى يوجد به الشمس . ويتضح أيضا من الأرصاد الراديويه أن الأذرع اللولبيه ليست دائما فى مستوى المجره بل ترتفع بأجزاء قد تكون كبيره عند نهايتها فوق هذا المستوى . ونستنتج من دوران مجرة الطريق اللبنى أن مجموعتنا النجومية تتحرك على شكل عجله ناريه (الشكل ← المجموعات النجوميه) ، أى أن النواه تجر خلفها الأذرع الحلزونيه .

يرجع السبب فى إمكانية إثبات التركيب الحلزونى بمساعدة الخط الراديوى ٢١ سم المنبعث من ذرات الهيدروجين المتعادله أولا إلى أن مناطق HI التى تبعث بهذا الإشعاع تنتمى إلى التركيب الحلزونى أى إلى مجموعة الطريق اللبنى ، وثانيا لأن الإشعاع الراديوى يمر بدون عائق تقريبا خلال غبار ما بين النجوم ، أى يمكن الرصد بواسطته فى المناطق التى لا تستطيع الأرصاد البصريه النفاذ فيها . وهناك ميزة أخرى وهى أن الأرصاد الراديوية تتم على خط طيفى بذاته يمكن عن طريقه تحديد السرعه الخطيه لمناطق HI بمساعدة ظاهرة دوبلر . وحتى يمكن حقيقه تحديد التركيب الحلزونى للمجره ، لابد ، بعد الأرصاد المناسبه ، من عمل نموذج لدوران الطريق اللبنى . فى هذا النموذج تأخذ كل نقطة سرعة خطية محددة بدقة بالنسبة للشمس . ومن السرعة الخطيه للخط ٢١ سم يمكن تحديد المكان الذى إنبعث منه هذا الخط . (يمكن إعتبار سرعات السحب المنفصله صغيرة بالنسبة للسرعة المنتظمة الناتجة من دوران الطريق اللبنى) . كذلك يمكن تحديد كثافة غاز الهيدروجين عند هذا المكان من شدة الإشعاع . إلا أن هذه الطريقه ليست واضحة الدلالة فى الجزء الداخلى من مجرة الطريق اللبنى ، وذلك نظرا لوجود نقطتين فى كل إتجاه لها نفس السرعة الخطيه . فى هذه الحالة تُستخدم خواص أخرى لتحديد المكان .

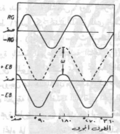
بالاضافة إلى الأذرع الحلزونيه السابق ذكرها فقد تم إكتشاف ذراع على بعد حوالى ٣٠٠٠ بارسك . ومما يميز ذراع الثلاث آلاف بارسك هذا أن ما فيه من مادة ما بين النجوم يجرى إلى الخارج بعيدا عن المركز بسرعة حوالى ٥٠ كم/ث . وتتراكم هذه السرعة الخطيه على سرعة دوران قدرها ٢٠٠ كم/ث تقريبا . والقطعة المقابلة لذراع الثلاث آلاف بارسك على الناحية الأخرى من مركز سكة التبانه لها سرعة تمدد تبلغ حوالى ١٠٠ كم/ث .

يصطدم التعليل النظرى للأذرع الحلزونيه بصعوبات ، إذ لابد من شرح كيفيه بقاء الأذرع الحلزونية لفترة طويلة على الأقل لمدة دورات عديده للنجوم حول مركز المجره ، فنتيجة للدوران التفاوتى (انظر بعده) للطريق اللبنى وفى عدم وجود مؤثرات أخرى ، كان من الممكن أن يحدث مرة واحدة (بطريق الصدفه) تركيب حلزونى يتفكك تماما بعد وقت قصير . وقد ساد الأعتقاد قديما بأن مجال مغناطيسى موجود فى مادة ما بين النجوم هو المسئول عن الأذرع الحلزونيه . إلا أنه إتضح بعد ذلك أن شدة المجال أقل بكثير عما يلزم لذلك . والنظرية التى يمكن على أساسها تعليل الأذرع الحلزونيه لمجرة الطريق اللبنى تنطلق من فحص مجال الجاذبية على المستوى الكبير فى المجره . تبعا لتلك النظريه تجرى فى مستوى المجره موجه إضطرابيه فى مجال جاذبية الطريق اللبنى . والسرعة الزاوية لهذا الإضطراب أصغر من السرعة الزاويه للمادة التى تدور ، أى للنجوم والماده التى بينها . وتسبق المادة الدائره فى أثناء حركتها الموجة الاضطرابيه عاملة أولا على اسراعها ثم بعد ذلك على فرملتها الشئ الذى يؤدى إلى تخزين بالقرب من الإضطراب له شكل حلزونى مثل الإضطراب نفسه . وتزداد كثافة المادة غير النجمة فى منطقة التخزين مما يساعد على تكوين النجوم . إن أهم ما يميز الأذرع الحلزونيه هو كل من النجوم البعيده من الجمهرة الأولى المتطرفه والمادة الغير نجميه نفسها . وكما توضح النظرية أيضا فإن الإضطراب المذكور يبقى لفترة زمنيه

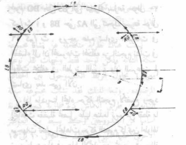
طويله فى الطريق اللبنى ، بحيث يمكن عن طريقه تفسير الأذرع الحلزونيه .

نواة مجموعة سكة التبانه : فى المناطق المركزيه من الطريق اللبنى تم رصد تجمع من الهيدروجين الغير نجمى المتعادل ، يبلغ قطره فى مستوى الطريق اللبنى حوالى ٦٠٠ بارسك ، ويدور بسرعة عاليه ، تصل عند الحافه إلى حوالى ٢٠٠ كم/ث . فى هذا الهيدروجين المتعادل توجد مناطق هيدروجين متأين متناثرة . علاوة على ذلك توجد مناطق تتميز بامتصاص عال لخطوط OH الغير نجميه . وفى مركز قرص الهيدروجين المتعادل يوجد المنبع الراديوى الشديد القوس والرامى -A ، الذى يُعتبر مكانه مركزا لمجموعة سكة التبانه . بالاضافة إلى ذلك تم رصد نبع تحت أحمر مضغوط جدا ويقدر قطره بحوالى ١٠ بارسك . ويوجد فى مركز هذا النبع نواة لامعه قطرها حوالى ١,٥ بارسك فقط . ويسود الزعم بأن النبع تحت الأحمر عباره عن تجمع من النجوم تقدر كتلته بحوالى ٣٠ مليون مره قدر كتلة الشمس . لو صحَّ ذلك فإن المنطقه المركزيه للطريق اللبنى يكون لها تركيب مماثل لسديم المرأه المسلسله الذى يوجد به تركيز كبير من النجوم فى المركز .

الدوران : تدور نجوم سكة التبانه فى حركة منتظمة حول مركز المجموعة ونستنتج سرعة دوران النجوم وإعتماد هذه السرعه على البعد من مركز المجموعة من الدراسات الإحصائيه لظروف حركة النجوم فى الطريق اللبنى . وقد إتضح بالنسبه لنجوم المنطقة القريبه من الشمس أن كلا من الحركات الذاتيه والسرعات الخطيه ، الغير متأثرتين بحركة الشمس الشاذه تتغيران مع الطول المجرى . فإذا ما رسمنا السرعات الخطيه والحركات الذاتيه مع الطول فإننا نحصل على موجة مزدوجه . فى إتجاه مركز المجره والإتجاه المضاد له وكذلك فى الإتجاهين العموديين عليهما نجد أن السرعات الخطيه صفر . وبين هذه الاتجاهات تتغير السرعات بين قيم صغرى وقيم قصوى . ونفس الشئ تعكسه الحركة الذاتية ، لكننا نجد فقط أن القيم القصوى مزاحة بمقدار ٤٥° وأن المنحنى ليس منتظما بالنسبه للصفر ، حيث تغلب القيم السالبه ، أى أن الحركة الذاتيه تسير أساسا فى إتجاه الطول المجرى الصغير . يرجع السبب فى هذه الموجة المزدوجه إلى الدوران التفاوتى للطريق اللبنى . فمثل ما هو الحال فى مجموعة الكواكب نجد أن الأجسام الخارجيه تدور حول الجسم الرئيسى ، الذى هو هنا عبارة عن نواة سكة التبانه ، وذلك بسرعات أقل عن سرعات الأجسام الموجوده إلى الداخل . أى أن السرعة الزاويه فى كل المجموعة تقل مع زيادة البعد عن المركز . ولو أن الدوران عباره عن دوران جسم صلب ، كعجله عربه مثلا ، لكانت السرعة الزاوية ثابته فى كل المجموعة ، فى الشكل ٧ نرى ، بالنسبه لشان نجوم موجوده فى المنطقه القريبه من الشمس ، سرعة الدوران مرسومة بأقواس رفيعه . وحتى يمكن المقارنه بالأرصاد لابد أن ننسب هذه الحركات إلى الشمس ، التى يفترض أنها ثابته ، أى لابد من إستخراج حركة الشمس (بالموَجهات) من حركات النجوم . والنتيجه هى الأقواس الثقيله فى الرسم ،



٦ الشكل الموجى المزدوج للسرعة الخطية RG والحركة الخاصة EB . فى المنحنى المشرط لم يتم أخذ السرعة الزاوية ω للشمس حول مركز المجرة فى الاعتبار .



٧ تأثير الدوران التفاوق لسكة التبانة على الحركة الخاصة EB والسرعة الخطية RG للنجوم فى المنطقة القريبة من الشمس .

التى حُلت إلى مركبتيها : السرعات الخطيه (فى إتجاه الشمس) والحركة الذاتيه (عمودية على ذلك) . ومن السرعات الخطيه نرى الموجة المزدوجه بأصفارها الأربعة فى الإتجاهات المدرجه وكذلك القيم الصغرى التى بينها . ولا يمكن حتى الآن مقارنة الحركة الذاتية مباشرة بمنحنى الشكل ٦ ، وذلك لأن الحركة الذاتية أعتبرت حتى الآن خطيه . فى أثناء دوران الشمس حول مركز المجره يحدث دوران لنظام الإحداثيات الذى ننسب إليه الموجة المزدوجه لأنه لابد أن تشير أحد الإحداثيات إلى مركز المجره . يظهر دوران الإحداثيات هذا فى الأرصاد خلال حركة ذاتية إضافية فى الإتجاه السالب (السهم ثقيل التنقيط) . وإذا ما طرحنا الحركة الاضافيه ، التى تمثلها حركة الشمس حول مركز المجره من مركبة الحركة الذاتيه الناشئه من الدوران التفاوق فإننا نحصل بذلك على الحركة الذاتيه الباقيه تماما كما هى فى منحنى الشكل ٦ . يمكن إعطاء العلاقة بين السرعة الخطيه RG والحركة الذاتية EB على الطول المجرى l للنجم المصدر وكذلك على بعده من الشمس فى الصوره .

$$RG = A . r . SM\ 2l$$
$$EB = A . r . \cos 2l + B . r$$

حيث

A = ١٥ كم/ث . ك بارسك$^{-1}$ ، B = ـ ١٠ كم/ث . ك بارسك$^{-1}$.

(EB هى مركبة الحركة الذاتيه فى إتجاه الطول المجرى ، فى حالة العرض المجرى للنجم صفر) بمساعدة معادلات الدوران المحليه يمكن تعيين أبعاد الأجسام من السرعات الخطيه أو الحركات الذاتيه المرصوده تستعمل هذه الطريقه على سبيل المثال فى تحديد مسافات مناطق HI وكذلك فى إستنتاج التركيب الحلزونى لأن الماده الغير نجميه تشارك أيضا فى الدوران العام للطريق اللبنى .

من دراسات العلاقة بين الحركة الذاتيه للنجوم مع الطول المجرى يمكن تعيين السرعة الزاوية للشمس أثناء حركتها حول نواة المجموعة ومنها ومن مسافة الشمس عن مركز الطريق اللبنى نستنتج السرعة الخطيه للشمس . وتقدر السرعه الخطيه للشمس بحوالى ٢٥٠ كم/ث . كذلك فإنه يمكننا الحصول على الوقت الذى تحتاجه الشمس لعمل دوره حول المجموعة وهو حوالى ٢٥٠ مليون سنه .

من الفترة الزمنيه لدوران الشمس حول مركز الطريق اللبنى يمكننا عن طريق قانون كبلر الثالث تحديد الكتله على وجه التقريب ، الموجوده داخل مركزها هو مركز مجموعة الطريق اللبنى ولها نصف قطر يساوى البعد بين المركز والشمس . يوجد الجزء الرئيسى لهذه الماده فى نواة المجموعة . وبالنسبة للكتله الكليه للمجموعة فإننا نستنتج حوالى ٢٣٠ بليون مجموعة شمسيه منها ٢٠٪ مادة غير نجميه ، كما يتضح من الأرصاد الراديويه فى الطول الموجى ٢١ سم لغاز الهيدروجين المتعادل . وتبلغ الكثافة المتوسطة حول الشمس حوالى ١٥ر٠ تقريبا قدر كتلة الشمس لكل بارسك مكعب أو ١٠$^{-٢٣}$ جم/ سم^{٣} .

حركات الحشود النجوميه المنفرده : تراكم حركة الدوران العامه حول مجموعة سكة التبانه فوق

الحركات الفرديه (الحركات الشاذه) للنجوم بذاتها أو للمجموعات النجوميه . فعلى سبيل المثال نجد أن للشمس سرعة شاذه بالنسبه للمجموعة المحيطه بها من النجوم . ونحس بذلك من أن النجوم جميعا لها سرعة ذاتيه إتجاهها معاكس لاتجاه مستقر الشمس لكن لها نفس القيمة الظاهريه . وفى الإتجاه المضاد للرأس نجد أن للسرعة الخطيه حدين قصويين (ولكن بإشارات مختلفة) بينا تصبح قيمة الحركة الذاتيه صفر . يظهر ذلك كما لو كانت جميع النجوم قادمة من الرأس ومارة فى سبحها بالشمس . وتعتمد قيمة السرعة التى تتحرك بها الشمس على النجوم المختاره لهذا الغرض . فإذا ما أخذنا فى الأعتبار كل النجوم حتى اللمعان الظاهرى من القدر ١٢ ، لتقاربت الشمس بسرعة قدرها ١٩٫٥ كم/ث فى إتجاه النجم إكراى الجاثى . كما أن مدار الشمس يميل بحوالى ٢٢° على مستوى الطريق اللبنى . أما إذاكنا بصدد تعيين السرعة الشاذه للشمس بالنسبه لمجموعة أخرى من النجوم ، وأخذنا على سبيل المثال نجوما لها نفس النوع الطيفى ، لحصلنا على قيما أخرى لسرعة وإتجاه حركة الشمس . إن ذلك لا يمكن أن يكون راجعا لحركة الشمس لأن هذه الحركة محدده فى الفضاء بدرجة واضحة الدلاله . ويمكن أن يكون السبب فى ذلك فقط راجعا إلى أن النجوم ذات الخصائص الطبيعيه الواحده تتحرك شبيهه ببعضها البعض ولكنها تختلف فى حركتها عن أنواع النجوم الأخرى من هنا فإن مجموعات النجوم المختلفة تدور حول مركز الطريق اللبنى بسرعات متفاوته . ولنجوم الهالة سرعات أكبر بالنسبه للشمس ، فعلى سبيل المثال تتحرك الحشود الكرويه بسرعات حوالى ٢٠٠ كم/ث ، تحت الأقزام ١٥٣ كم/ث ، RR السلياق ١٣٠ كم/ث . وتأتى هذه السرعات النسبيه العاليه من أن الشمس تدور حول مركز المجره أسرع من تلك النجوم ، أى أن النجوم المذكوره تتباعد خلف الشمس . وأصغر سرعة بالنسبة للشمس هى لنجوم الأنواع الطيفيه المتقدمه من أمثال نجوم BO حتى B5 التى تتحرك بسرعة حوالى ٢٠ كم/ث ، و B8 حتى A2 التى تتحرك بسرعة حوالى ١٦ كم/ ث . ويرجع عدم تساوى السرعات فى الفضاء إلى أن المجموعات المختلفه من النجوم نشأت فى أوقات مختلفه فى الطريق اللبنى ، وأن السرعات لم تتساوى بعد حتى الآن .

إذا مادرسنا إتجاه حركة النجوم لأتضح وجود إتجاهات مفضلة نحصل عليها عندما نرسم من نقطة ما موجهات تعطى إتجاهات حركة النجوم كما تبين أطوالها نسبه ما يتحرك فى هذا الاتجاه من نجوم . فى حالة تساوى توزيع الإتجاهات فإننا نحصل على كره كحدود لنقط الموجهات .

وفى الحقيقة فإننا نحصل على مجسم سرعة يشير المحور الأكبر فيه إلى إتجاه مركز المجره والإتجاه المضاد لذلك . ومن بين النجوم القريبة من الشمس تتحرك نجوم أكثر فى إتجاه المركز والإتجاه المضاد عما يتحرك من نجوم فى الإتجاه العمودى على الإتجاه الأول (النسبة ٢ : ١ تقريبا) ، والجزء القليل جدا من النجوم يتحرك إلى خارج مستوى المجره . وهذا الجزء الأخير سهل الفهم إذ أن النجوم يتم إجتذابها بواسطة المجال الشديد لجاذبية المادة المتمركزه فى مستوى المجره . أما الاتجاهات المفضله ناحية المركز والناحيه المضاده فيمكن تعليلها بأن النجوم لاتتحرك فى مدارات كرويه دائما وإنما قطاعات ناقصه وبذلك فإن الإحتمال كبير أن يكون لها مركبة فى إتجاه المركز أو الإتجاه المضاد له .

يحتمل وجود مجال مغناطيسى على المستوى الكبير فى مجموعة سكة التبانه ، تسير خطوطه أساسا ، بغض النظر عن عدم تجانسات محليه ، موازية للأذرع الحلزونيه . وشدة هذا المجال ليست كبيره وتقدر ببضع ١٠^-٦ جاوس ، إلا أنها كافية لتوجيه الجسيمات الترابيه من مادة ما بين النجوم وكذلك للإحتفاظ بجسيمات الأشعة الكونية منخفضة الطاقة فى المجره . ولا يزال الدور الذى يلعبه المجال المغناطيسى فى ديناميكيه الغاز

غير النجمى وفى تكوين الأذرع الحلزونيه غير واضح تماما حتى الآن .

ليست هناك نظرية متكامله عن نشأة مجموعة سكة التبانه ولكن توجد فقط وجهات نظر نوعيه معينه ، تحاول الربط الكسموجونى بين الحقائق المرصوده . وتبعا لذلك فقد نشأت مجموعة سكة التبانه عن طريق إنكماش كرة غازية كبيرة مكونة أساسا من الهيدروجين وخليط بسيط من العناصر الأخرى أغلبها الهليوم ، وذلك منذ حوالى ١٠ إلى ١٥ بليون سنة . وفى المرحلة الأولى للمجره نشأت من الغاز الموجود الحشود النجوميه الكرويه والنجوم الأخرى من الجمهرة الثانية القديمه ، أى الأجسام التى تحتوى نسبيا على نسبة بسيطة من العناصر الثقيله . فى أثناء الإنكماش صغر سمك الطبقة الغازيه ، إلا أن قطرها ظل كما هو تقريبا نتيجة للدوران . لذلك فإن نجوم الجيل الثانى نشأت فقط فى حيز ، أصبح إمتداده عموديا على مستوى المجره أصغر مما كان متاحا أثناء نشأة نجوم الجمهرة الثانية القديمة ، إلا أن سرعة دورانها حول مركز المجره أصبح أكبر من سرعة دوران الحشود الكرويه . كذلك فإن نجوم الجيل الثانى تختلف فى تركيبها الكيماوى عن نجوم الجيل الأول . فى أثناء ذلك أمكن لجزء مما نشأ بالتفاعل النووى داخل نجوم الجمهرة الثانية الوصول عن طريق إنفجارات النجوم المتجدده (النوفا) إلى مادة ما بين النجوم التى نشأ منها الجيل الثانى . ويحتمل أن يكون إنكماش الجزء الباقى من الكتلة الغازيه ، التى أخذت سرعة دورانها فى الزيادة والتى إزداد محتواها من العناصر الثقيله هو السبب دائما فى التوزيع المشاهد الجمهرات المختلفه فى مجرة سكة التبانه (أنظر أيضا ← نشأة العناصر) .

تكون مجرة سكة التبانه مع مجموعات نجوميه أخرى حشدا صغيرا من المجرات يعرف ← بالمجموعة المحليه .

البيانات الهامة عن مجموعة سكة التبانه

القطر فى مستوى المجره ٣٠٠٠٠ بارسك

قطر النواه عمودى على مستوى المجره ٥٠٠٠ بارسك

قطر مجموعة الحشود الكرويه ٥٠٠٠٠ بارسك

بعد الشمس عن مركز المجره ١٠٠٠٠ بارسك

بعد الشمس عن مستوى المجره ١٥ بارسك شمالا

الإتجاه من الشمس إلى مركز المجره

المطلع المستقيم α = ١٧ س ٤٠ ق

الميـــل δ = − ٢٩°

الطول المجرى ℓ = صفر°

العرض المجرى b = صفر°

سرعة دوران الشمس حول المركز ٢٥٠ كم/ث

فترة دوران الشمس حول المركز ٢٥٠ مليون سنة

كتله مجموعة سكة التبانه ٢٣٠ بليون مره قدر كتلة الشمس ،

منها مادة بين نجمه ٢ ٪

الكثافة المتوسطة (بكتلة الشمس لكل بارسك مكعب) ٠,١٥

وهو ما يعادل 10^{-23} جم/سم^3

مجره مجاليه

field galaxy
galaxie de champ *(sf)*
Feldgalaxie *(sf)*

هى ← مجموعة نجوميه لا تتبع أى حشد نجومى مجرى أو خارجى .

مَجَرّى

galactic
galactique
galaktisch

منتمى إلى المجره والعكس غير مجرى (خارجى) .

المجمره

Ara, Ara *(L)*

هى كوكبة ← المذبح .

مجسم الأرض

geoid
geoide *(sm)*
Geoid *(sn)*

← الأرض .

مجسم الأرض الناقص

earth ellipsoid
ellipsoide terrestre *(sm)*
Erdellipsoid *(sn)*

← الأرض .

مجسم السرعة الناقص

velocity ellipsoid
ellipsoide des vitesses *(sm)*
Geschwindigkeitsellipsoid *(sn)*

← مجرة سكة التبانه .

المجمع

Collimatur
collimateur *(sm)*
Kollimator *(sm)*

بضم الميم هو أحد أجزاء ← المطياف .

مجموعة البقع

group of Sunspots
groupe des taches solaires *(sm)*
Fleckengruppe *(sf)*

← البقع الشمسيه أو الكلف الشمسى .

مجموعة ثنائية القطب

bipolar group
groupe bipolaire *(sm)*
bipolare Gruppe *(sf)*

هى مجموعة من ← الكلف الشمسى أو ← البقع الشمسيه لها مجال مغناطيسى متميز بنوعين من الإستقطاب ؛ ← الشمس ؛ المجال المغناطيسى .

مجموعة حلزونية (سديم حلزونى)

Spiralsystem
nébuleuse spirale *(sf)*, **galaxie spirale** *(sf)*
Spiralsystem *(sn)*

هى ← مجموعه نجوميه ينتظم حول نواتها إثنان أو أكثر من الأذرع الحلزونيه .

مجموعة سكة التبانه

milky way system
système de voie lactée *(sm)*
Milchstrassensystem *(sn)*

← مجرة سكة التبانه .

المجموعات الشعاعيه

system of rays
systèmes de raies *(pm)*
Strahlengsystème *(pn)*

هى أشكال من تضاريس سطح القمر .

المجموعات المتلاصقه

contact systems
systèmes en contact *(pm)*
Kontaktsysteme *(pn)*

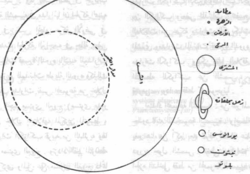
← المزدوجات النجوميه .

المجموعة الشمسيه

solar system
système solaire *(sm)*
Sonnensystem *(sn)*

هى الشمس وكل الأجسام الصغيره التى تدور حولها وكذلك الفضاء الذى يوجد به مدارات الأجسام الدائره حول الشمس ؛ وكثيرا ما يستخدم بدلا من ذلك إصطلاح مجموعة الكواكب .

وكتلة المجموعة الشمسيه موزعه بطريقه غير منتظمه على الأجسام المختلفة ؛ التى تبدو أقطارها على العكس من ذلك فى مقياس منتظم من مليون كم حتى أجزاء من المليمتر . والجسم الرئيسى هو الشمس ، فكتلتها ٣٣٣٠٠٠ مره قدر كتلة الأرض . وهى تحتوى على معظم كتلة المجموعة الشمسية ، كما أنها فى نفس الوقت ، وبسبب إشعاعها الكبير ، تتحكم فى ميزانية طاقة الأجسام الأخرى من المجموعة الشمسيه . أما الضوء الذى نراه من تلك الأجسام فإنه يأتينا عن طريق الإنعكاس أو (فى حالة المذنبات) عن طريق الإمتصاص وإعادة الإشعاع فى موجات إشعاع ذاتيه . تصل الكتله الكلية للتسع كواكب التى تدور حول الشمس إلى ٤٤٦٫٨ قدر كتلة الأرض ، ويخص المشترى وحده منها ٣١٨ مره قدر كتلة الأرض (أى ٧٠٪) . وتتراوح أقطار هذه الكواكب بين



الأحجام النسبية للشمس والكواكب ومدار القمر حول الأرض

١٤٠٠٠٠ إلى ٥٠٠٠ كم وكتلة الثلاثة وأربعون قمرا المعروفة حتى الآن مجتمعه هى حوالى ١٢ر٠ قدر كتلة الأرض. وأكبر قطر لقمر يصل إلى أقطار الكواكب، بينما أصغرها أقل بكثير من ١٠ كم. ويقدر عدد الكويكبات، أى الكواكب الصغيره، بحوالى من ٥٠٠٠ إلى ١٠٠ ٠٠٠، كتلتها الكلية أقل من ١ر٠ من كتلة الأرض، وتتراوح أقطارها بين ٧٥٠ إلى ١ كم. ويوجد فى المجموعة حوالى ١٠ بليون مذنب، من المؤكد أن كتلها مجتمعه تقل كثيرا عن كتلة الأرض. وفى جسم المذنب فإن النواه ذات قطر من حوالى ١ كم إلى ١٠٠ كم بينما طول الكوما المرئيه يصل إلى ١٠٠ ٠٠٠ كم وأكثر؛ فى حين يقدر طول الذيل بعدة مئات الملايين من الكليو مترات. وفى حالة النيازك تسود الأقطار من ١سم إلى ٠١ر٠مم ويندر وجود الأجسام الكبيره. تقدر الكتل الكليه للنيازك بأقل من جزء من مليون من كتلة الأرض. أما ما يوجد فى حيز المجموعة الشمسية من أجسام صغيره وجسيمات ترابيه وذرات غازيه وإليكترونات فتكون مادة ما بين الكواكب التى تنتمى إليها فى غالبية الأحوال أيضا الكويكبات والمذنبات.

الحركات فى المجموعة الشمسية: تبقى قبضة الجاذبية الشمسيه على مجموعتها متماسكة وتتحرك الشمس بالنسبه للنجوم الثوابت المجاوره بسرعه حوالى ١٩٫٤ كم/ث فى إتجاه كوكبة الجاثى؛ كما تتحرك مع النجوم الثوابت المجاوره بسرعة ٢٥٠ كم/ث حول مركز مجموعة سكة التبانه. فى أثناء هاتين الحركتين تجر معها كل الأجسام الأخرى فى المجموعة الشمسيه. أما فى داخل المجموعة فتحدث الحركات كلها أساسا بفعل جذب الشمس القوى؛ أما قوى الجاذبيه من الأجسام الأخرى والأقل كثيرا من جذب الشمس فتؤثر فقط بصوره إضطرابيه. ويشذ عن ذلك حركات الأقمار حول الكواكب الخارجيه؛ ففيها على وجه التحديد البعد بين التابع والكوكب أصغر بكثير عن البعد بينها وبين الشمس. فى حين تعمل قوة الجذب على أن لا تبعد الأجسام بسرعتها الوقتيه بعيدا بدرجة إختياريه عن الشمس، حيث أن قوة الطرد

المركزية من ناحية أخرى تعمل على أن لا يسقط الجسم على الشمس . ومما يلفت النظر فى حركات أجسام المجموعة الشمسيه فى مداراتها أن الحركة اليمينيه سائده ، أى فى نفس إتجاه حركة الأرض فى مدارها ، وتحدث الحركة التراجعيه فى حالة بعض التوابع وفى المذنبات قصيرة الدوره بالنسبه للمدارات غير منتظمة التوزيع للمذنبات طويلة الدوره وكذلك للنيازك . وتختلف مدارات نفس المجموعة من خلال درجة تركيزها ناحية مستوى البروج (مستوى مدار الأرض) وفى خلال إختلافها المركزى المتوسط ، حيث أن مدارات الكواكب قريبه من الدائريه ولها أقل ميل على مستوى البروج . وتزداد القيم المتوسطه للإختلاف المركزى والميل على مستوى البروج دائما خلال الكويكبات والمذنبات قصيرة الدوره ؛ ومدارات المذنبات طويلة الدوره هى قطاعات ناقصه قريبه من القطاعات الكامله ولا يتضح لها إتجاه ميل معين بالنسبه للبروج . ومعظم المدارات القريبه من الدائريه قريبه فى الغالب من مستوى إستواء الكواكب التابعه لها .

من خلال الإضطراب الدائم ، الذى تحدثه الكواكب الكبيره ، وعلى وجه الخصوص المشترى ، كبير الكتله ، على مدارات الكواكب التى تظل معظم الوقت بالقرب منها ، أى فى الأجزاء الداخليه من المجموعة الشمسيه ، تكونت علاقة وطيده بين مدارات الكواكب الكبيره ومدارات الكويكبات أو بين الكواكب وبعض المذنبات . تتضح مثل هذه العلاقات من حركة مدارات الكويكبات مع مدار المشترى ومدارات المذنبات قصيرة الدوره مع بعض مدارات الكواكب . ويمكن تعليل العلاقة بين الأبعاد المتوسطه للكواكب عن الشمس ، ← علاقة تيتوس ـ بودا ، فقط كسموجونيا .

إمتداد المجموعة الشمسيه : من غير الممكن إعطاء حدود ثابته للمجموعة الشمسيه . وإصطلاح إمتداد يعبر هنا عن أكبر بعد نعرفه تحدث عنده حركات دوريه حول الشمس . تغطى مدارات الكواكب الجزء الداخلى فقط من المجموعة الشمسيه حتى حوالى ٥٠ وحده فلكيه من الشمس . إلا أن هذه النواه محاطه بسحابه ضخمه من المذنبات طويلة الدوره ، وقد وجدت من بينها مدارات تبعد حتى ٤٠٠٠٠ وحده فلكيه من النجم المركزى على هذه المسافة تبدو الشمس كنجم لمعانه من القدر ـ ٣٫٨ ، أى بالنسبه لنا مثل الزهره وفى الحقيقه فانه يمكن أن تكون هناك مدارات أكبر من ذلك ، بحيث يمكن أن تمتد سحابة المذنبات بعيدا عن الشمس إلى مسافة من نفس قيمة الأبعاد بين النجوم .

ولما كانت الشمس هى وطننا القريب فى الكون

أجسام المجموعة الشمسيه

	العدد	الكتله الكليه بوحدة كتلة الأرض	القطـر (كم)	المـدارات	
				الإهليلجيه المتوسطه	الميل المتوسط
الشمس	١	٣٣٣٠٠٠	١,٣٩٢ مليون	—	—
الكواكب	٩	٤٤٦,٨	٦٥٠ـ ٤٨٤٠	٠,٠٨١	°٤
التوابع	٤٣	٠,١٢	١٠ ـ٥٠٠٠	—	—
الكويكبات	٥٠٠٠٠ـ ١٠٠٠٠٠	٠,٠١ـ٠,١	١ ـ٧٥٠	٠,١٥	°١٠
المذنبات					
قصيرة الدوره	١٠مليون حتى	٠,١	(النواه)	٠,٥٦	°١٨
طويلة الدوره	١٠بليون		١ـ١٠٠	١	—

فقد إهتمت بها كل الأبحاث الفلكيه القديمة تقريبا. والتى دارت حول الحركات والأبعاد النسبيه. وقد عادت أبحاث المجموعة الشمسيه إلى الظهور بعد التقدم الهائل فى الفلك النجمى وظهور الحاجه إلى الاهتمام بها. وتمثل نشأة المجموعة الشمسيه أحدى مجالات بحث ← الكسموجونى.

مجموعة الكواكب

planetary system
système planétaire *(sm)*
Planetensystem *(sn)*

فى المعنى الدقيق هى مجموعة الكواكب التى تدور حول الشمس أما فى المعنى العام فتدل على ← المجموعة الشمسيه.

المجموعه المحليه

locat group
groupe local *(sm)*
Lokale Gruppe *(sf)*

هى مجموعة صغيره وقائمة بذاتها مكونه من ١٧ مجموعة نجوميه على الاقل وموزعة فى الفضاء على شكل مجسم إهليجى يقدر قطره الأكبر بحوالى ١٥٠٠ بارسك. يتبع هذه المجموعة كل من الطريق اللبنى والسحب المجلانيه وسديم المرأه المسلسله. وبالاضافة إلى هذه العناصر السبعة عشر المؤكده فمن الممكن إنتماء مجموعات نجوميه صغيره إلى المجموعة المحليه. ومن بين المكونات الأكيده توجد فقط ثلاث مجموعات حلزونية الشكل هى على وجه التحديد الطريق اللبنى وسديم المرأه المسلسله وسديم المثلث بينما توجد ١٠ مجموعات بيضاويه والأربعة الأخرى غير منتظمة الشكل. إلا أنه من الممكن أن تنتمى أيضا كل من سحابة مجلان الكبرى ومجموعة **NGC 205**، أحد توابع المرأه المسلسله إلى الحلزونيات البالكانيه. ومما يستحق الذكر أيضا علاوة على ذلك أن أكثر من نصف أعضاء المجموعة المحلية عباره عن مجموعات أقزام خافته اللون. وتحتوى المجموعة المحليه بالإضافه إلى المجموعات النجوميه على عدد من الحشود الكرويه البين مجريه.

أعضاء المجموعة المحليه المؤكدين

الإسم	النوع	اللمعان بالقدر	القطر بالدقائق القوسيه	القطر بالكيلو بارسك	المسافة بالبارسك	الكتلة بوحدات كتله الشمس
مجرة سكة التبانه	Sb					
سحابه مجلان الكبرى	Ir	- ١٨,٥	٧١٠	١١	٥٠	٦×١٠^{٩}
سحابة مجلان الصغرى	Ir	- ١٦,٨	٢٥٠	٤,٦	٦٠	$١,٥\times١٠^{٩}$
سديم المرأة المسلسله M31	Sb	- ٢١,١	٢٤٠	٥٠	٦٩٠	$٣,١\times١٠^{١١}$
سديم المثلث M33	Sc	- ١٨,٩	٦٢	١٤	٧٢٠	$١,٤\times١٠^{١٠}$
M32	E2	- ١٦,٤	٣,٤	٠,٧	٦٩٠	($٣,٩\times١٠^{٩}$)
NGC 205	E6	- ١٦,٤	١٢	٢,٤	٦٩٠	
NGC 6822	Ir	- ١٥,٧	١٦	٢,٣	٤٨٠	
NGC 185	E0	- ١٥,٢	٥	١,٠	٦٩٠	
NGC 147	E4	- ١٤,٩	٧	١,٤	٦٩٠	
Ic 161د	Ir	- ١٤,٨	١٤	٣,٠	٦٩٠	
مجموعة الفرن	E3	- ١٣,٦	٥٠	١,٦	١١٠	
مجموعة مسطرة النقاش	E3	- ١١,٧	٤٥	٠,٧	٥٠	
مجموعة الأسد - I	E4	- ١١,٠	٨	٠,٦	٢٦٠	
مجموعة الأسد - II	E0	- ٩,٤	٥	٠,٣	١٨٠	
مجموعة الدب الأكبر	E	- ٨,٨	١٤	٠,٣	٧٠	
مجموعة التنين	E	- ٨,٦	١٤	٠,٣	٧٠	

ويلاحظ فى الجدول السابق أن القيمه الموضوعه بين القوسين لكتلة M32 غير مؤكده ؛ وأن نوع سحابة مجلان الكبرى يُعطى أحيانا SBc .

مجموعة المعادن الثقيله

heavy - metal group
groupe des métaux lords *(sm)*
schwermetal Gruppe *(sf)*

هى مجموعة من النجوم البارده . التى تظهر فى طيفها خطوط بعض العناصر الثقيله شديدة بصورة شاذه ، الأمر الذى يدل على شذوذ فى ← شيوع العناصر الكيماويه .

المجموعة النجومية

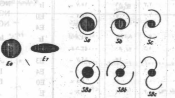
stellar system
systeme stellaire *(sm)*
Sternsystem *(sn)*

[أنظر اللوحات ١٣ ـ ١٦]

هى تجمعات من ملايين قليه إلى مئات البلايين من النجوم وكذلك كميات كبيره من الماده غير النجوميه تتحرك وتتطور كوحدة واحده . وتكون مجموعة سكة التبانه ، المجره ، مجموعة نجوميه . من هنا فإن المجموعات النجوميه الغير مجريه الكثيره الأخرى تسمى فى الغالب أيضا **بالمجرات** . ويمكن روئة المجموعات النجوميه اللامعه بالعين المجرده ، وبالتحديد سديم المرأه المسلسله وسحابتى مجلان . ومن المظهر السديمى للمجموعات النجوميه فى المنظار جاء إصطلاح **السديم الخارجى** . وقد أمكن التأكد من أن هذه المجموعات النجوميه لا تنتمى إلى طريق التبانه فى عام ١٩٢٦ على يد «هبل» ، الذى أمكنه تفريق عدد كبير من الأجسام الخارجيه (حوالى ١٢٥) إلى نجوم منفصله بصريا . أما تفريق نواه سديم المرأه المسلسله وكذلك المجموعات الإهليجيه المجاوره فقد تمكن منه «بادى» لأول مره عام ١٩٤٤ .

التقسيم :ـ فى أثناء تنظيم المجموعات النجوميه إلى أقسام معينه ، كنا إلى وقت قريب نستخدم الشكل الخارجى الظاهرى كخاصيه . بذلك قسم «هبل» المجموعات النجوميه إلى نوعين كبيرين : تشمل إحداها المجموعات النجوميه المنتظمه ، أى تلك التى لها تماثل دورانى بينما لا يوجد فى الأخرى تماثل دورانى كما لا يمكن فيها أيضا تمييز أى نواه . وهذه **المجموعات النجوميه الغير متماثله (الغير منتظمه)** (يرمز لها بالرمز Ir) غنية فى بعض أجزائها بأعداد كبيره من التكثفات ومناطق الماده الداكنه . وتنقسم المجموعات المنتظمه إلى نوعين :

(١) **السدم الاهليجيه** (يرمز لها بالرمز E) ، ويأخذ فيها اللمعان السطحى فى الخفوت من منطقه مركزيه إلى الخارج بإنتظام ، مع إحتفاظ الخطوط متساوية اللمعان بشكل إهليجى أو دائرى . وحتى يمكن تمييز شدة اللامركزيه أُدخل العدد $\frac{10(a-b)}{a}$ كرمز إضافى إلى الرمز E ، بحيث يعنى a المحور الأكبر ، b المحور الأصغر للسديم كما نراه . فى هذه الحالة تدل EO على سديم كروى الشكل بينما E7 قطع ناقص متطرف . وفى حالات



١ كروكى تقسيم هَبل للمجموعات النجومية .

نادرة يمكن فى السدم الإهليجيه تميز تكوينات منشؤها السحب الداكنه .

(٢) المجموعات النجوميه الحلزونيه (ويرمز لها بالرمز S) وهى مجموعات نجوميه يلتوى فيها حول النواه واحد أو إثنين من الأذرع الحلزونيه . وحسب المظهر الخارجى فإننا نميز الثلاثه مجموعات Sa ، Sb ، Sc . فى حالة Sa يلتوى الذراعان الحلزونيان قريبا من نواه مركزيه قويه . وفى حالة Sc فإن النواه على العكس من ذلك صغيره وغير واضحه تماما ، كما أن الأذرع خفيفه ومفتوحه كثيرا . وتأخذ Sb موضعا وسطا . ومن المحتمل أن تنتمى مجموعه سكة التبانه إلى هذه المجموعة الأخيره .

تمثل الحلزونيات العَصَويه أو القضيبيه (ويرمز لها بالرمز SB) ، التى تقسم بنفس الطريقه مثل المجموعات الحلزونية إلى ثلاث مجموعات فرعيه SBa ، SBb ، SBc ، شكلا خاصا من الحلزونيات ، يتميز بإمتداد ذراعين حلزونيين قطريا أولا ناحية الخارج فيكونان بذلك قضيبا ، ثم يلتفان بعد ذلك وبزاويه حاده أحيانا كحلزون حول النواه . وفى حالة المجموعه SBa يمكن أن تكون الأذرع دائرة مقفوله (على القضيب كقطر) . ومجموعة SBc لها شكل أقرب إلى الحرف S أما مجموعة SBb فتأخذ وضعا وسطا .

بين كل من السدم الإهليجيه والحلزونيه تدخل فى الغالب مجموعة بينيه هى حلزونيات So . وللمجموعات النجوميه من هذا النوع نواه واضحه ولامعه ، محاطه بطبقات متشابهة الأشكال إلى حد ما ، كما أن الأشكال الحلزونيه لا يمكن التعرف عليها . وفى غالب الأحوال فإن لهذه المجموعات حزام إمتصاص عريض وداكن . ويوضح الشكل تقسيم «هبل» . وقد صُرف النظر أخيرا عما كان يعتقد من أن المجموعات النجوميه تتطور على الزمن من Eo إلى Sc أو ما يناظرها من SBc . ويمكن رؤية تقسيم «هبل» ، الذى يعد تقسيما حسب المظهر



٢ منحنى سرعة الدوران لمجرة المرأة المسلسلة .

الخارجى للمجموعات النجوميه ، على أنه تنظيم تبعا لزيادة كمية الحركه الزاويه .

يوضح الجدول التالى الشيوع النسى للأنواع المختلفه من المجموعات النجوميه .

شيوع المجموعات النجوميه (فى المائه)

Eo - E7, So	٢٣	Sc , SBc	٢٧
Sa , SBa	٨	Ir	٢
Sb , SBb	٢٨	الغير مقسمه	١٢

إقترح «مورجن» وآخرون حديثا تقسيما جديدا يتدارك بجانب المظهر الخارجى للمجموعة النجوميه تركيبها من النجوم ذات الأنواع الطيفيه المختلفه . وفى ذلك ينطلق «مورجن» من حالتين متطرفتين : الحالة الأولى تتكون من حلزونيات وكذلك مجموعات غير منتظمه ذات تركيز صغير ناحية المركز أو ليس لها على الإطلاق أى تركيز ناحية المركز . ومن طيف ضوء هذا النوع يتضح أنه غنى بالنجوم من الأنواع الطيفيه B ، A ، F . وقد رمز «مورجن» لهذه المجموعه بالرمز . أما الحاله الثانيه فتتكون من أكبر السدم إهليجيه وكذلك سديم المرأه المسلسله ، اللذان يستمدان لمعانها أساسا من منطقه مركزيه لامعه ، ويتضح من طيفها أنهما يحتويان على كثير من عمالقه النوع الطيفى K . وتلك عباره عن مجموعات k بين هاتين الحالتين تدخل خمسة مجموعات بينيه هى af ، f ، fg ، g ، gk تتوالى على نفس

نظام الأنواع الطيفيه A ، F ، G ، K . وقد قرن «مورجن» مثل «هبل» حسب المظهر الخارجى بين الأنواع : S الحلزونيه ، SB القضيبيه ، E الإهليجيه ، Ir الغير منتظمه من المجموعات النجوميه . يضاف إلى ذلك المجموعات Ep السدم الاهليجيه ، ذات مناطق الإمتصاص المحسوسه ؛ D المجموعات ذات الدوران المماثل التى ليس لها تركيب حلزونى أو إهليجى واضح ؛ L المجموعات ذات اللمعان المساحى الخافت ؛ N المجموعات ذات النواه الصغيره لكنها لامعة جدا فى حيز لمعانه المساحى منخفضه . وأخيرا تدل الأرقام من ١ إلى ٧ بالانجليزيه على وضع مستوى التماثل بالنسبه لخط بصر المشاهد ، مثلا ، إذا كان المشاهد يطل عموديا على مستوى التماثل (١) أو أن إتجاه الرؤيه يقع فى مستوى التماثل (٧) . إن سديم المرأه المسلسله على سبيل المثال يرمز له عند «هبل» بالرمز Sb أما عند «مورجن» فيرمز له بالرمز RS5 ، كما أن سديم المثلث الذى يرمز له «هبل» بالرمز Sc يرمز له «مورجن» بالرمز FB3 .

التفريق إلى أجسام منفصله وجمهرات :ـ أمكن مؤخرا إلى حد ما تفريق المجموعات النجوميه إلى أجسام منفصله . وهذا التفريق مهم بصوره خاصه ، إذ إنه عن طريق ذلك أصبح تحديد المسافات ممكنا . ومن هنا أصبح التدليل ممكنا على أن هذه الأجسام عباره عن أشكال خارج المجره . وعلاوة على ذلك أمكن إعطاء الدليل على وجود الأجسام (اللامعه جدا) والتى توجد أيضا فى مجموعة سكة التبانه . بذلك تأكد أن مجموعة سكة التبانه واحده من ملايين المجموعات النجوميه وأنه من البديهى عدم وجود فروق أساسيه كبيره بينه وبين المجموعات الأخرى . وفى المجموعات النجوميه الخارجيه أمكن رصد الأجسام الآتيه : النوفا والسوبر نوفا ونجوم كل من دلتا قيفاوى ، RR السلياق والمتغيرات غير المنتظمه وفوق العمالقه والحشود الكرويه والحشود المفتوحه والسدم الكوكبيه وكذلك مناطق لامعه وأخرى داكنه من مادة ما بين النجوم . وإذا ما قارنا أوصاف الأجسام غير المجريه مع ما يناظرها للأجسام المجريه لأتضح عدم وجود إختلاف كبير ، مثلا فى منحنى اللمعان وأطياف النوفا أو اللمعان المطلق المتوسط وكذلك القطر المتوسط للحشود النجميه .

أيضا فإن توزيع الأجسام المنفصله متشابه فى المجموعات النجوميه المتشابهه وقد أدت معرفة أن توزيع الأجسام فى المجموعات النجوميه ليس متشابها تماما ، إلى أن يدخل «بادى» (فى عام ١٩٤٤) إصطلاح الجمهره . وتتميز المجموعات النجوميه الإهليجيه بوجود عدد كبير من نجوم RR السلياق ، الممثل النمطى للجمهره II ، وكذلك بالانعدام التقريبى لمادة ما بين النجوم والأجسام الأخرى من الجمهرة I ، وتمثل تلك المجموعات الإهليجيه بذلك الجمهره II . أما المجموعات الحلزونيه من النوعين Sa ، Sb (حسب تقسيم «هبل») فتحتوى على أجسام كلا الجمهرتين . فبينما تتكون نواتى هذين النوعين من نجوم الجمهرة II نجد أن التركيب الحلزونى يرتبط بوجود مادة ما بين النجوم ونجوم الأنواع الطيفيه المبكرة (O ، B) وكذلك فوق العمالقه ، أى أجسام الجمهره I . وكل من النواه والأذرع الحلزونيه تسبحان فى جمهرة القرص . ثم تحاط المجموعة النجوميه كلها بعد ذلك بالحشود الكرويه . ويميز مجموعات Sc الحلزونيه وكذلك المجموعات النجوميه غير المتظمه الشيوع الزائد للجمهره I وإن كانت توجد فيها بعض ممثلات الجمهره II ، الشئ الذى يتضح من وجود السوبر نوفا فى هذه المجموعات . وهناك بعض المجموعات النجوميه غير المنتظمه التى يغلب على تكوينها أجسام الجمهره II . ولما كنا حتى الآن لانجد أى تعليل لهذا التكوين فإن هذه المجموعات النجوميه تسمى أحيانا بالمجموعات «المريضه» . توجد فى تقسيم «مورجن» مجموعات مكونه أساسا من أجسام الجمهره I يجرى تميزها بالحرف a أو الحرفين af ، أما الأجسام التى

تسود فيها الجمهره II فيرمز لها بالرمز gk أو k . وكما نعلم فإن نجوم الجمهره II أكبر عمرا من نجوم الجمهره I .لذلك فإنه ليس من الضرورى لأجسام السدم الاهليجيه ، على سبيل المثال ، والتى تتكون أساسا من نجوم الجمهره II ، أن تكون أكبر سنا من الأخرى ، فمن المحتمل أن تكون نشأة النجوم فيها قد حدثت بسرعة ــ ربما بسبب الكثافه العاليه لمادة ما بين النجوم ــ بحيث تستهلك مادة ما بين النجوم بعد وقت قصير نسبيا . من هنا فإنه لا تنشأ فى السدم الإهليجيه نجوم صبيه وساخنه كما أن مادة ما بين النجوم تشاهد نادرا جدا (الممثلات النمطيه للجمهره I) أما فى المجموعات الحلزونيه والمجموعات النجوميه غير المنتظمه فعلى النقيض من ذلك لم تستهلك بعد مادة ما بين النجوم . ونظرا لوجود نجوم تتبع الجمهره II فى هذه المجموعات النجوميه ، فإنه من الضرورى أن تكون هذه المجموعات قد نشأت فى نفس الوقت مثل المجموعات الإهليجيه .

تعيين المسافات :ــ لتحديد مسافات المجموعات النجوميه يمكن فقط تطبيق الطريقه الفوتومتريه ، التى يمكن بواسطتها إستنتاج مسافة المجموعه النجوميه من أرصاد اللمعان الظاهرى واللمعان المطلق . ويفترض فى ذلك عدم وجود ماده إعتاميه بين الجسم والمشاهد . ولابد كذلك أساسا من إفتراض تشابه الخصائص الفيزيائيه للأجسام نظرا للتشابه فى الخواص الفوتومتريه . ويتساوى فى ذلك مكان هذه الأجسام فى الكون . وبدون هذه الإفتراضات يصبح تعيين مسافات المجموعة النجوميه غير ممكن .

يمكن تحديد المسافات بالنسبه للمجموعات النجوميه التى يزيد بعدها عن حوالى ١٥ مليون بارسك من مجموعة سكة التبانه وبالتالى يمكن تفريقها إلى نجوم منفصله . ويتم تحديد اللمعان المطلق لهذه الأجسام على أجسامٍ مشابهه فى مجموعة سكة التبانه أمكن تعيين أبعادها بطريقة أخرى . وفى ذلك فإن أى خطأ منتظم فى اللمعان المطلق يؤدى إلى تغيير مقياس المسافات الكونى ، لأن المسافات المقاسه تتغير بإنتظام . وتعطى المنحنيات الضوئيه لمتغيرات دلتا قيفاوى أدق قيم للمسافات . فلهذه النجوم على وجه التحديد علاقه بين مدة الدوره واللمعان ، يمكن على أساسها إستنتاج اللمعان المطلق من دورة تغيير الضوء . ومن بين الطرق التى تحصل بها على قيم أقل دقه للمسافات أرصاد النجوم ذات اللمعان المطلق الكبير فى المجموعات النجوميه . مثال ذلك النوفا والحشود النجميه الكرويه ، المعروف لمعانها المطلق المتوسط . إلا أنه يتضح حدوث أخطاء فى التعرف على النجوم فى حالة المجموعات النجومية ، التى يمكن فيها إدراك ألمع الأجسام بالكادكأجسام منفصله . فقد صُنفت مثل هذه الأجسام اللامعه على أنها نجوم بينما هى عباره عن تجمعات مضيئه من مادة ما بين النجوم أى مناطق HII ، يزيد لمعانها المطلق فى المتوسط حوالى ١٫٨ قدرا عن ألمع النجوم . وبهذا فإننا نحصل على مسافات صغيره للمجموعات النجوميه تحت الإختبار .

وبالنسبه لكل المجموعات النجوميه التى لا يمكن تفريقها إلى نجوم منفصله فإننا نستعمل اللمعان الظاهرى لكل المجموعه فى تعين المسافات ، وذلك بإفتراض أن اللمعان المطلق متساو فى المتوسط لكل المجموعات النجوميه . ويمكن إستنتاج هذا اللمعان المتوسط بمعونة النجوم التى تحددت المسافات إليها بالطرق السابق ذكرها . وتعيين المسافات بطريقة الأقطار وذلك بإفتراض أن المجموعات النجوميه متشابهة النوع لها نفس القطر الخطى بصوره نمطيه ، منخفضة الدقة جدا . كما أنه لابد من معايره هذه القيم على مجموعات نجوميه معروفه المسافه .

إنه بسبب عدم المعرفه الدقيقة باللمعان المطلق للأجسام المستخدمه فى تعيين المسافات وبسبب التشتت الطبيعى الكبير فى اللمعان المطلق حول القيمه المتوسطه فإن المسافات المقاسه للمجموعات النجوميه مليئة بالأخطاء الكبيره . وبالنسبه لأبعد المجموعات

النجوميه عن مجموعة سكة التبانه ، تلك المجموعات التى لا تكاد نصل إليها بالمناظير الموجوده حاليا فإننا نحصل على مسافه حوالى ٣ بليون بارسك .

اللمعان ، القطر ، الطيف ، الدوران ، الكتله : ينتج اللمعان المطلق للمجموعات النجوميه ، المعروفه مسافاتها متى عرفنا لمعانها الظاهرى ، وهذا صعب التحديد بدقه ، لأن كل المجموعات النجوميه الخارجية لها إنخفاض لمعانى ناحية الخارج . ومن مناطق الحافة خافتة الإشعاع هذه يمكن الوصول إلى جزء يعتمد فى كبره على الطريقه التى نطبقها (بصريا أو فوتوغرافيا أو كهروضوئيا) لأن أقل قيم لمعان يمكن إدراكها تختلف حسب الطريقه . وإذا ما إقتصرنا على الطرق الفوتوغرافيه فإننا نحصل على متوسط اللمعان المطلق لمجموعة نجوميه حوالى ـ ١٦ قدرا . وعن هذه القيمه يوجد أيضا أحيانا إختلاف كبير . فمثلا نجد أن المجرات الإهليجيه العملاقة وكثيرة النجوم يبلغ لمعانها الفوتوغراف المطلق حوالى القدر ـ ١٩٫٥ بينما الأقزام من المجرات الإهليجيه قليلة النجوم تبلغ فقط القدر ـ ١٠ . وعلى كل فإن مقدار التشتت حول القيمه المتوسطه ليس كبيرا كما هو الحال بين النجوم المختلفه فى داخل المجموعه النجوميه .

وتحدث نفس الصعوبات التى تقابلنا فى تعيين اللمعان عندما نريد تعيين القطر . وبسبب عدم وجود حدود واضحه فإننا نحصل على قيم مختلفه جدا عن الحقيقه . فالأقطار التى حصلنا عليها بأدق الطرق ، وبالتحديد بالطريقه الكهروضوئيه ، أكبر إلى ٥ مرات مما تم قياسه بصريا بالميكرومتر من هنا فإنه من الصعب تحديد قيمة متوسطه ودقيقه للأنواع المختلفه من المجموعات النجوميه . وتتغير الأقطار فى حيز من ٢ إلى ٥٠ كيلو بارسك والسدم الإهليجيه لها أقطارا أصغر قليلا عن المجموعات الحلزونيه . ومن الدراسات الإحصائيه النجميه نستنتج أن قطر سكة التبانه حوالى ٣٠ كيلو بارسك . وعلى ذلك فإن مجموعتنا النجوميه ليست ذات مكان شاذ ، من حيث القطر بين المجموعات الأخرى ، مثلما ساد الاعتقاد قبل ذلك .

يتكون طيف مجموعة نجوميه ما من طيف كل نجوم هذه المجموعه وكذلك ما فيها من ماده بين النجوم المضيئه . بهذا فإن الطيف يعتمد على الجزء الأساس من النجوم ويتغير بين ما يناظر نجم FO وما يناظر نجم Ko من نوعين طيفيين . وللمجموعات النجوميه الغير منتظمه كما للمجموعات الحلزونيه من النوع Sc نوعا طيفيا متقدما أى أنهما تبدوان أكثر زرقه عن السدم الإهليجيه وعن المجموعات الحلزونيه Sa ، التى تتناسب وتركيبها الكيماوى . وفى المجموعات النجوميه التى يمكن إستخلاص طيف من بعض أجزائها ، يتضح أن للنواه نوعا طيفيا متأخرا ، أى أنها فى المتوسط أكثر إحمرارا عن مناطق الحافه ، الشئ الذى يمكن تعليله بتوزيع الجمهرات المختلف .

من طيف المجموعات النجوميه التى أمكن الإستدلال على دورانها ، لا يوجد إلا مجموعات قليله تمت دراستها وأفضلها سديم المرأه المسلسله تزداد سرعة دوران هذا السديم من المناطق الخارجيه إلى ناحية المركز . ومن الواضح وجود حركة كبلريه على نفس الطريقه التى تُشاهد أيضا فى مجموعة الكواكب . فبعد الوصول إلى نهاية عظمى ضحله من حوالى ٣٠٠ كم/ث على بعد حوالى ١ْ من المركز ، وهو ما يقابل ١٣ كيلو بارسك ، تعود سرعة الدوران إلى الأنخفاض فتصل بعد حوالى ١٠َ أقل قيمة لها ، لكى ترتفع ثانية إلى ٣٠٠ كم/ث بعد حوالى ٣َ . ومع الإتجاه إلى المركز تقل سرعة الدوران بعد ذلك ثانية . وفى أعمق جزء ، الذى يرى على الصور المعرضه لفترة بسيطه على شكل نجم (← سديم المرأه المسلسله) تسود ثانية سرعات دوران عاليه . وعلى بعد حوالى ٢٫٢ً ، أى ما يعادل ٨ كيلو بارسك تصل السرعه إلى ٨٧ كم/ث . وهذه النهاية العظمى الداخلية حادة بدرجة كبيرة . وحتى الآن لم نصل تعليل نظرى لمجرى سرعة الدوران الذى شرحناه ، وذلك بصرف النظر عن المناطق الخارجيه . ومن الممكن أن تكون سرعة

الدوران فى المنطقة الداخلية فى المستوى الرئيسى من سديم المرأه المسلسله قد تراكمت عليها أيضا حركة النجوم ، التى تدور حول المركز فى مدارات ذات ميول كبيره بالنسبه للمستوى الأساسى . علاوة على ذلك فقد إتضح أن سرعة الدوران المرصوده للنجوم تختلف بعض الشئ عما يتتج لمادة ما بين النجوم . وسرعة الدوران المرصوده فى سديم المرأه المسلسله على بعد ١٠ كيلو بارسك من المركز ـ ما يقابل بعد الشمس عن مركز المجره ـ مساويه تقريبا لسرعة دوران الشمس حول مركز المجره ، أى حوالى ٢٥٠ كم/ث . وعموما فإنه يتتج من دراسة سرعة الدوران فى المجموعات النجوميه أن لغير المنتظمه البناء منها سرعة دوران متصله إلى حد ما كما توجد أيضا منحنيات غير منتظمه .

يمكن مشاهدة المجموعات النجوميه فقط مسقطه على الكره السماويه . ومن هنا فإنه ليس من السهل الفصل بين أى الجوانب متجه ناحية الشمس وأيها متجه إلى الناحية الأخرى . وبالتالى فإننا لا نعرف أى المجموعات النجوميه تدور حسب أى من الإمكانتين التى يوضحهما الشكل . ومن الحركات فى سكة التبانه وكذلك على أساس أبحاث المجموعات النجوميه الأخرى يمكن إستنتاج أن الدوران على شكل إطار لهب (a) .

بنفس الطريقه ، كما فى مجموعة سكة التبانه يمكن من دوران المجموعات النجوميه تقدير الكتله الكليه ، وإن كانت هذه الطريقه غير مؤكده . من ذلك نتج أن كتلة سديم المرأه المسلسله حوالى ٣١٠ × $١٠^{٩}$ مره قدر كتلة الشمس ، وهى تتفق بذلك مع كتلة مجموعة سكة التبانه التى تبلغ ٢٣٠ × $١٠^{٩}$ قدر كتلة



٣ إمكانيتى دوران مجموعة حلزونية

الشمس . ومن نفس القيمه تقريبا الكتل المتوسطه للسدم الحلزونيه من نوع «هبل» Sa ، Sb وللعمالقه من المجرات الإهليجيه ، وللحلزونيات من نوع Sc . أما غير المنتظمه من المجموعات النجوميه فإن لها على النقيض من ذلك فى المتوسط كتلا تبلغ من حوالى ١٠×$١٠^{٩}$ إلى ١×$١٠^{٩}$ قدر كتلة الشمس ، ويمكن أن تكون الأقزام الإهليجيه من المجموعات النجوميه ذات كتل أقل من ذلك . هناك إمكانية أخرى لتقدير الكتله تأتى من دراسة علاقات الحركه فى السدم المزدوجه أو فى حشود المجرات ذات المسافه المعروفه . وفى ذلك فإننا نفترض أن المجموعات النجوميه تتحرك حول مركز ثقل الحشد فى مدارات دائريه . ومن التوزيع الظاهرى للسرعات على المجموعات النجوميه الأفراد وكذلك من إفتراض مناسب لتوزيع طاقة الحشد على كل من طاقة الوضع وطاقة الحركه ، يمكن حساب الكتله المتوسطه للحشد . تبلغ مثل هذه الكتل التى حصلنا عليها حوالى من ٢٠ × $١٠^{٩}$ إلى ١٠٠٠ × $١٠^{٩}$ قدر كتلة الشمس . وهذه القيم غير دقيقه بل من الممكن أن تكون كبيره كقيمة متوسطه وذلك بسبب ما وضعنا من إفتراضات حول نسبة طاقة الوضع إلى طاقة الحركه للمجموعات الأعضاء .

المجرات الراديويه ، المجموعات النجوميه المتغيره ، المجرات المتلاصقه :ـ بجانب الضوء المرئى فإن المجموعات النجوميه ، مثل مجموعة سكة التبانه ، تشع أيضا فى نطاق الذبذبات الراديويه . وهناك مجموعات «عاديه» مثل سديم المرأه المسلسله ، التى تماثل النسبه فيها بين الاشعاع البصرى والاشعاع الراديوى ما قيس لمجموعة سكة التبانه كما أن هناك مجموعات «غير عادية» ، لها إشعاع راديوى شديد جدا (**المجرات الراديويه**) وفى هذه المجرات الأخيره يزيد الاشعاع الراديوى مثلا عن البصرى عشر مرات . ومع ذلك يتضح (← المنابع الراديويه) أن الجزء الأساسى من الإشعاع الراديوى لا ينشأ فى الغالب مطلقا من المناطق التى تظهر لامعة جدا بصريا ، وإنما

من مركبتين منفصلتين عن بعضها تتواجدان متماثلتين بالقرب من محور دوران المجره . وحتى فى حالة المجره الراديويه قنطورس A (NGc 5128 =) أمكن رصد زوجين من هذه المنابع . ومن الأنسب تعليل نشأة المنابع المزدوجه بإنفجارات فى داخل المجرات . مثل عملية الإنفجار هذه يمكن مشاهدتها بصريا أيضا فى المجموعة النجومية M82 . فمن نواة هذه المجموعة النجوميه يتم قذف كتل من الهيدروجين تزداد سرعتها بالإبتعاد عن النواه . وتقدر هذه السرعه بحوالى ٢٧٠٠ كم/ث على بعد يبلغ ٤٠٠ بارسك من المركز كما أن الكميات الغازيه المقذوفه تقدر بحوالى ٥ × ١٠٦ قدر كتلة الشمس وفى حالة المنبع الراديوى العذراء A فإننا نشاهد شعاعا خارجا من المركز (الشكل ، ← المنابع الراديويه) . ومن البديهى أيضا أن **مجرات زيفرت** تمثل مجموعات نجوميه نوياتها نشيطه فى شكل ما . يبدو ذلك ظاهرا خلال خطوط الإبعاث العريضه جدا من النواه . بالإضافه إلى ذلك فإن مجرات زيفرت ترسل أيضا بإشعاع راديوى . ولايزال غير واضح حتى الآن ما إذا كانت العمليات الفيزيائيه ، التى تدور فى ← المنابع الراديويه الشبيهه بالنجوم ، لها نفس الأسباب ولكن بتأثير قوى فقط مثل ما يوجد فى المجموعات النجوميه النشطه ، أى الإنفجاريه . كما أنه لايزال أيضا غير واضح ما إذا كانت المنابع الراديويه تنتمى إلى المجموعات النجوميه أم أنها تكون مجموعة خاصه مختلفه فى خواصها الفيزيائيه . يؤيد الامكانية الأولى ما وجد من أجسام كوازيه (أشباه المجرات) تماثل المنابع الراديويه الشبيهه بالنجوم ، ولها على وجه الخصوص إزاحة حمراء عاليه (أنظر بعده) ، إلا أن إشعاعها ضئيل فقط فى النطاق الراديوى (← المنابع الراديويه الشبيهه بالنجوم) . وربما كانت هذه الأجسام عباره عن مجموعات نجوميه حقيقيه على أبعاد كبيره . وينطبق نفس الشئ بالنسبه **للمجرات المتلاصقه** ، التى تظهر فوتوغرافيا على هيئة أقراص واضحة الحدود وذات كثافة سطحيه عاليه . وغالبا ما تحاط هذه بأذرع حلزونيه ضعيفه جدا أو هالات مشابهة بذلك مجرات N فى تقسيم «مورجن» . كما تدل الإزاحة الحمراء الكبيره فى خطوطها الطيفيه على مسافات كبيره . ويدل عرض خطوط الإنبعاث وكذلك ما شوهد فى حال واحده من تغيير فى اللمعان ، على نشاط داخلى مثل ما يشاهد أيضا فى المجرات الراديوية .

علاقات الحركه :ـ لا يمكن بسبب المسافات الضخمه تعيين آية حركات ذاتيه للمجموعات النجوميه . ومن هنا فإننا نعتمد فى دراسة علاقات الحركه على قياسات السرعات الخطيه فقط ، التى يمكن تحديدها من الطيف بمعونة ظاهرة دوبلر . وقد إتضح وجود إزاحة منتظمه للخطوط الطيفيه ناحية الأطوال الموجيه الأكبر ، أى إزاحة حمراء ، وأن قيمة الإزاحة ـ فى حدود دقة القياس ـ تزداد خطيا مع المسافه . والإزاحة الحمراء ، والتى تسمى أحيانا أيضا بظاهرة «هبل» ، تعتبر إزاحه دوبلريه عاديه . أى أن هناك حركة إبتعاد للمجموعات النجوميه الخارجيه عن مجموعة سكة التبانه ، أى تمدد عام للجزء الذى نراه من الكون . (وهناك محاولات أحيانا لتعليل الإزاحة الحمراء عن طريق ظواهر فيزيائيه لم تتأكد حتى الآن ؛ ← ظاهرة «هبل» .) وكانت أكبر إزاحة حمراء قيست حتى الآن هى ١/٢ سرعة الضوء ، وذلك لمجموعه على بعد حوالى ٢ بليون بارسك . ويجرى تفسير ظاهرة «هبل» نظريا فى نطاق ← الكسمولوجى . وبجانب الإزاحة الحمراء المنتظمه ، يمكن كذلك من الطيف إستنتاج الحركات الشاذه للمجموعات النجوميه ، والتى تبلغ فى المتوسط ٣٠٠ كم/ث .

الإحصاء المجرى :ـ أحد الواجبات الأساسيه لإحصاء المجموعات النجوميه هو إستنتاج توزيعها الحقيقى فى الفضاء وذلك من توزيعها الظاهرى على الكره السماويه . وكأداة أرصاد يستخدم فى ذلك

أعداد المجموعات النجوميه فى حيز لمعان معين أو لمعان ظاهرى معين لكل وحدة مساحه ، وهو ما يمكن الحصول عليه من تصنيف المجرات . وحسب طبيعة الآلات المتاحه فانه لابد لنا من الإكتفاء بعينات ، وإلا لزم تغطية كل السماء بدون فجوات . وقد شمل تعداد «هبل» للسدم بواسطة المنظار العاكس ٢٫٥ متر التابع لمرصد مونت ويلسون حوالى ٤٣٢٠١ مجموعة نجوميه حتى القدر ٢٠ وذلك فى ١٢٨٣ حقلا مختارا موزعة بإنتظام فى نصف الكره الشمالى . بذلك أمكن فقط تغطية ٢٪ من كل السماء . أما ما تم تصويره بمرآه شميدث ٨٤ بوصه (١٫٢٢ م) فى مونت بالومار ، أطلس مونت بالومار السماوى ، فيغطى كل نصف الكره الشمالى بدون فراغات . ولاتزال الفحوص جارية على هذه الماده العلميه الهائله .

يتضح من المعلومات الإحصائيه لمجموعات «هبل» النجوميه أن عدد المجموعات يزداد كلما زاد العرض المجرى . وفى منطقه على طول مستوى الاستواء المجرى متغيرة الإتساع لانجد مجموعات نجوميه خارجيه أو على أكثر تقدير فإننا نجدها فى مناطق صغيره منعزله . وعلى العكس من ← **النطاق الخالى من السدم** فإن عدد المجموعات النجوميه بالقرب من القطب المجرى يبلغ فى المتوسط ٤٦٢ مجموعة لكل درجة مربعه حتى اللمعان الظاهرى من القدر ٢٠ ، كما يبلغ ١٧٨٠ مجموعة حتى القدر ٢١ . يدل هذا على أنه فى مساحة تساوى مساحة البدر يوجد حوالى من ١٠٠ إلى ٤٠٠ مجموعة نجوميه ، وعلى كل الكره السماويه حوالى من ٢٠ إلى ٧٥ مليون مجموعة نجوميه خارجيه . ويمكن مقارنه عدد المجموعات النجوميه على الصور بعدد النجوم حتى القدر ٢١ .

إن تحاشى المجموعات النجوميه للحزام الإستوائى المجرى لا يرجع إلى توزيع هذه المجموعات وإنما هو مشروط فقط بموضع مكان المشاهد ، أى الأرض ، فى داخل مجموعة سكة التبانه : فمادة ما بين النجوم التى تنتظم أساسا فى المستوى المجرى ، الموجود بالقرب منه مباشرة الشمس (ومعها الأرض) ، تعمل على تحاشى الرؤيه فى إتجاه مركز المجره . وفى إتجاه الرؤيه العمودى على ذلك نجد أن تأثير الإمتصاص صغير بحيث أننا نرى مجموعات نجوميه خارجيه . وإذا ما تداركنا هذا التأثير المجرى لحصلنا على توزيع متجانس للمجموعات النجوميه فى كل السماء .

لتعيين التوزيع الفضائى للمجموعات النجومية فإننا ندرس زيادة عدد المجموعات النجومية فى كل وحدة مساحة مع خفوت اللمعان الظاهرى . ويمكن إفتراض فى الجزء الذى نراه من الكون ، يسود على المستوى الكبير توزيع متجانس وأن كل المجموعات النجومية لها نفس اللمعان المطلق . بهذه الإفتراضات يمكن حساب الزياده النظريه فى عدد المجموعات النجومية بسهولة . (ونحن لا نفترض أن كثافة المجموعات النجومية فى الفضاء أو لمعانها المطلق يعتمدان على بعدها عن مجموعة سكة التبانة ، لأن ذلك يعطى لمجرة سكة التبانة وضعا خاصا فى الكون) . يتضح من الدارسات أن الزيادة الحقيقية فى المجموعات النجومية أقل بعض الشىء عن النتيجة النظرية . ولا يقف ذلك بالضرورة متعارضا مع الإفتراضات الموضوعة عن تساوى الأشكال لأن الأسس الإحصائيه تتأثر بعديد من الظواهر التى لا تزال غير معروفة حتى الآن . من هذه على سبيل المثال عدم الدقة فى مقياس اللمعان ، التى لا تزال كبيرة جدا بالنسبة للأجسام الخافتة ذات السطوح مضافا إلى ذلك ما يمكن حدوثه من إمتصاص بين المجرات . كذلك فإن الإزاحة الحمراء تؤثر (بصرف النظر عن تعليلها) فى اللمعان الظاهرى للمجموعات ، فكل الكمات الضوئية التى نستقبلها من المجموعات النجومية تعانى من نقص فى الطاقة بسبب الإزاحة الحمراء (الطاقة فى حالة الضوء الأحمر ، أى طويل الموجه ، أصغر منها فى حالة الضوء الأزرق قصير الموجه) ، وعلى ذلك تنخفض أيضا الطاقة الكلية التى

نستقبلها . يضاف إلى هذا أن نطاقا طيفيا صغيرا فقط من المجموعات النجومية يمكن رؤيته ، بحيث يبتعد جزء من الطيف الأحمر عن حدود المشاهدة نتيجة للإزاحة الحمراء بينما يدخل إلى هذه الحدود جزءا من الطيف فوق البنفسجى . إن توزيع الطاقة على الطيف معرزفة بدرجة قليلة لا تسمح لنا بالتحدث عن كيفية تأثيرها على اللمعان الظاهرى . ومن المحتمل أن يعمل ذلك على تخفيض اللمعان مثلما يؤثر فى الظواهر الأخرى . وفى المجموع فإنه يمكن بذلك فهم التزايد البسيط فى عدد المجموعات النجومية لوحدة المساحة . وإذا ما أخذنا النماذج الكونية أيضا فى الإعتبار ، مثلا نموذج الكون المتمدد ، فإننا نحصل على قيم نظرية أخرى بالنسبة لزياد أعداد المجرات لكل وحدة مساحة مع خفوت اللمعان الظاهرى للمجموعات النجومية ومع إفتراض توزيع فضائى متجانس . إن المؤثرات المذكورة تعمل على التقليل من دقة النتائج ، بحيث أنه لم يمكن من الأرصاد حتى الآن القطع بشىء معين بالنسبة لمسار كثافة المجموعات النجومية فى الكون . وبطريقة عكسية فإنه لم يمكن حتى الآن أيضا الحصول على نموذج حقيقى للكون من مسار عدد المجموعات النجومية لكل وحدة مساحة .

يتضح من تعداد المجرات أن الكثافة المتوسطة للمجرات الخارجية حوالى مجره واحدة لكل ميجا بارسك مكعب (١ ميجا بارسك = ١ مليون بارسك ؛ ١ ميجا بارسك مكعب = حجم مكعب طول ضلعه ١ ميجا بارسك) ، الشىء الذى يضاهى ، بتقديرات غير دقيقة ، كثافة متوسطة فى الكون تبيلغ حوالى $١٠^{٣٠}$ إلى $١٠^{٣١}$ جم/سم^{٣} . وبالنسبة للبعد المتوسط بين مجموعتين نجوميتين نحصل على حوالى ٢ ميجا بارسك . وهذا البعد يمثل حوالى ٢٠٠ إلى ٤٠٠ مرة قدر القطر المتوسط لمجموعة نجومية . وعلى ذلك فإن المجموعات النجومية توجد أقرب إلى بعضها نسبيا عن نجوم المجموعة الواحدة ، والتى تبلغ البعد بينها حوالى ١٠٠ مليون مرة قدر قطرها . ومن الممكن أن يبلغ العدد الكلى للمجموعات النجومية الموجودة فى الجزء المنظور حاليا من الكون حوالى ١٠٠ بليون مجموعة .

الرموز والمصنفات :ـ تسمى بعض المجموعات النجومية اللامعة على وجه خاص بإسم الكوكبة التى تحويها ، مثال ذلك سديم كلاب الصيد وسديم المثلث ومجموعة الفرن . أما فى الحالة العامة فإن المجموعات النجومية تسمى بالأرقام التى أدرجت بها فى أى من مصنفى السدم الكبيرين . وهذين المصنفين هما مسييه ، منذ عام ١٧٨٤ (ويختصر بحرف M) ، الذى يحتوى أيضا حشود نجمية وسدم غازية مجريه ، ثم المصنف العام الجديد للسدم وحشود النجوم (ويختصر بالحروف NGC) . وهو موجود منذ عام ١٨٨٨ وأصدره «درير» وكذلك إضافتية المصنفين المفهرسين وتختصران ICI ، ICII . وعلى ذلك فإنه يوجد لنفس المجموعة النجومية عديد من الرموز ، فمثلا سديم المرأة المسلسلة = NGC 224 = M31 ، وسديم كلاب الصيد = NGC 5194 = M51 . إن أعداد المجموعات النجومية تزداد بسرعة كبيرة مع نقص اللمعان الظاهرى الكلى . وعلى ذلك فإن مصنفات المجرات ، التى تغطى كل السماء ، لا تكفى فقط حتى اللمعان الظاهرى الكلى من القدر ١٣ إلا أن حدود اللمعان قد تعدت ذلك لبعض المناطق المختارة فى السماء .

حشود المجرات : فى أثناء دراسة توزيع المجموعات النجومية وجد عدد كبير من المجموعات المزدوجة (المجرات المزدوجة) ، والمجموعات العديدة وكذلك من حشود المجرات ، بمثل ذلك ظاهرة عادية ، بحيث يمكن القول بأن كل المجموعات النجومية أفراد فى حشود من المجرات . كذلك فإن مجموعة سكة التبانة مع سحابتى مجلان وسديم المرأة المسلسلة وتابعيه الإهليجيين ينتمون جميعا إلى حشد ثلاثى . وكل هذه المجموعات الستة بالتالى أعضاء فى

حشد صغير من المجموعات النجومية الخارجية هى المجموعة المحلية . وفى الوقت الذى تضم فيه هذه المجموعة المحلية أعضاء قليلة ـ حتى الآن ١٧ مجموعة ـ فإن عدد المجموعات النجومية فى حشود المجرات الأخرى يصل إلى بضع مئات أو بضع آلاف . وعلى العموم فإن حشود المجرات تسمى تبعا للكوكبة التى تحتويها . تفوق الكثافة (عدد المجرات النجومية لوحدة الحجم) فى حشود المجرات كثافة المجرات المجالية (السدم المجالية) ، أى المجموعات التى لا تنتمى إلى أى حشد ، وفى بعض الأحيان بأكثر من ألف مرة . أما التركيز ناحية المركز فهو فى الغالب ضعيف . من هنا فإن حشود المجرات يمكن مقارنتها بالحشود النجمية المفتوحة أكثر من الحشود النجمية الكروية . ومن الواضح وجود إختلاف فى التركيب الكيماوى بين المجرات المجالية وحشود المجرات . فبينما يغلب أساسا فى النوع الأول شيوع المجموعات الحلزونية نجد أنه فى الحشود توجد زيادة فى السدم الإهليجية ترتفع مع الكثافة فى الحشد . وهذه الحقيقة يمكن إيضاحها بحدوث إصطدامات فى داخل الحشد (أى تداخل بين فردين) : وفى المتوسط يحدث مثل هذا التصادم لكل مجموعة كل ٥٠ إلى ١٥٠ مليون سنة . ولا تقاسى النجوم إطلاقا فى هذا الإصطدام ، بسبب المسافات المتوسطة الكبيرة بينها وذلك بالنسبة لأقطارها ، هذا فى حين أن مادة ما بين النجوم تقاس فى الاصطدام الحقيق ، بحيث تبقى فى مجال الجاذبية المشتركة (بينها) بعد تداخل كلا المجموعتين المتصادمتين ، وبذلك فإن المجموعتين تخلوان من مادة ما بين النجوم . ولما كان التركيب الحلزونى والميلاد الجديد للنجوم مرتبطان بوجود مادة ما بين النجوم ، فإن نشأة النجوم تقف فى المجموعات «النظيفة» ، وتختفى بسرعة نسبيا النجوم الساخنة الزرقاء بسبب تطورها السريع ، وتؤول المجموعة بذلك فى مظهرها وطيفها إلى مجموعة إهليجية .

يسود الزعم بأنه بجانب الحشود المجرية التقليدية توجد **حشود فوق عادية** ، أى تنظيات كبيرة الحجم من الحشود المجريه التى يتضح إنتماءها الفيزيائى معا فى دورانها حول مركز مشترك . وتبعا للفلكى «دى فاكولير» فإن مركز الحشد فوق العادى ، الذى يضم أيضا سكة التبانة مع المجموعة المحلية يقع فى حشد العذراء . وقد إعتقد «دى فاكولير» ، على أساس السرعات الخطية المقاسة ، أنه أمكنه التحقق من وجود دوران تفاوتى للمجموعات النجومية الألمع من القدر ١٤ . وطبقا لذلك فإن زمن الدوران حول مركز الحشد فوق العادى يتطلب حوالى من ٥٠ إلى ٢٠٠ بليون سنة . إلا أن مادة الأرصاد لا تزال غير دقيقة ، بحيث أن مايأتى به الباحثون المختلفون

حشود المجرات

الاســم	عدد المجموعات النجوميه	المسافه (بالميجابارسك)	السرعه الخطيه (كم/ث)
العذراء	٢٥٠٠	١٦	١٢٠٠
فرساوس	٥٠٠	٧٠	٥٢٠٠
شعر برنيقه	١٠٠٠	٨٨	٦٦٠٠
الأســد	٣٠٠	٢٦٠	٢٠٠٠٠
الإكليل الشمالى	٤٠٠	٢٨٠	٢١٠٠٠
العواء	١٥٠	٥٢٠	٣٩٠٠٠
الدب الأكبر	٢٠٠	٥٦٠	٤٢٠٠٠

أستخرجت المسافات من السرعات الخطيه بمساعدة ثابت هبل = ٧٥كم/ث على ميجابارسك وهى بذلك تخل تقريبا كبيرا .

يتعارض كثيرا مع بعضه . وهناك بعض الباحثون الذين ينفون كلية وجود الحشود فوق العادية .

إن نشأة المجموعات النجومية يجرى معالجتها فى نطاق ← الكسموجونى . وعلى الرغم من أن هناك مزاعم حول إمكانية نشأتها ، إلا أنه لا توجد معلومات مؤكدة عن ذلك .

المجموعه النجوميه المحليه

local stellar system
systeme stellaire local *(sm)*
lokales Sternsystem *(sn)*

هى مجموعة من النجوم فى الطريق اللبنى بالقرب من الشمس .

مجموعة هيلدا

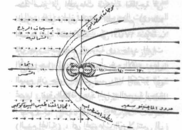
Hildagroup
groupe d'Hilda *(sm)*
Hildagruppe *(sf)*

هى مجموعة من ← الكويكبات .

المجنيتوسفير

magnetosphere
magnetosphère *(sf)*
Magnetosphäre *(sf)*

هى القشرة الخارجية من الغلاف الجوى ، التى تكون فيها المادة متأينة ويغلب فيها تأثير المجال المغناطيسى الأرضى . والمجال المغناطيسى الأرضى عبارة عن مجال دايبولى (يمكن مقارنته بمجال قضيب مغناطيسى) تخرج فيه خطوط المجال المغناطيسى من القطب الشمالى وتدخل عند القطب المغناطيسى الجنوبى ، الذى يعرف أيضا بقطب الأرض المغناطيسى الشمالى . ويعمل التفاعل المشترك مع الإشعاع الجسيمى الشمسى ــ الرياح الشمسية ــ على تشكيل وضغط المجال الدايبولى فى منطقة مقفولة هى المجنيتوسفير على بعد يبلغ من ١٠ إلى ١٢ مرة قدر نصف قطر الأرض ، وعلى الناحيه الليلية من الأرض ، أى الناحية التى لا تكون فى مواجهة الشمس ، يصل إرتفاع قشرة المجنيتوسفير أبعد من ٣٠ مرة قدر نصف قطر الأرض . وفى أثناء إرتطام الرياح الشمسية بالمجنيتوسفير تتكون موجة إضطرابية



ماجنيتوسفير الأرض . وتعطى الأعداد المسافة من مركز الأرض بوحدات نصف قطرها .. وتدل المناطق المظلة على الأحزمة الاشعاعية للأرض .

نتيجة لسرعة التيار العالية . (وهذه يمكن مقارنتها بمنحى الموجه فى حالة سفينة مسافرة .) وبين جبهة الإصطدام وحدود طبقة المجنيتوسفير يوجد حيز يكون فيه المجال المغناطيسى البين كوكبى الذى جلبه الإشعاع الجسيمى معه من فضاء وما بين الكواكب ذا تركيب مضطرب . وتكون ← الأحزمة الإشعاعية لأجزاء الداخلية فى المجنيتوسفير .

المجهر

Microscopium, Mic *(L)*
microscopium
microscope *(sm)*
Mikroskop *(sn)*

هو أحد كوكبات نصف الكرة السماوية الجنوبى ويرى جزء منه من خطوط عرض البلاد العربية .

المحتوى الحرارى

heat content
contenu de chaleur *(sm)*
Wärmeinhalt *(sm)*

هو مجموع كل أنواع الطاقة الممكنة (← الطاقة) لجسم ما .

محور الساعات

hour axis
axe horaire *(sm)*
Stundenachse *(sf)*

← المنظار .

محور الميل

declination axis
axe de déclinaison *(sm)*
Deklinationsachse *(sf)*

← المنظار.

محول الصوره

image converter
tube convertisseur d'image *(sm)*
Bildwandler *(sm)*

هو جهاز كهروضوئى يأخذ الشعاع الساقط فى نطاق الأشعة فوق البنفسجية أو تحت الحمراء ويحولها إلى صوره إلكترونية ثم يحملها بعد ذلك مرئية على شاشة تليفزيونية. وفى التطبيق الفلكى يوضع مهبط ضوئى فى مكان اللوح الحساس عند المستوى البؤرى للمنظار. تنطلق من المهبط إليكترونات تزداد بزيادة شدة الضوء وتقوم أجهزة إليكترونية بإسراعها وتصويرها على شاشة كما فى حالة أنبوبة التليفزيون. ونحصل على تقوية للصوره عن طريق إسقاط الإليكترونات المنبعثة على شاشة تقوية تعطى بدورها إليكترونات ثانوية. ومن خلال الإسقاطات بعد ذلك وبمعونة أجهزة كهروضوئية تسقط الإليكترونات على شاشة أو لفة تقوية أخرى أو على الشاشة المرئية.

تفوق محولات الصورة أو مقوياتها كفاءة اللوح الفوتوغراف من عشرين إلى مائتى مره فى إستغلالها للضوء، علاوة على أن لها علاقة خطيه بين شدة الضوء الساقط على المهبط والناتج على الشاشة المرئية وذلك فى حيز كبير من شدة الضوء على خلاف اللوح الفوتوغراف. وعلى الرغم من ذلك فإن صغر أنبوبة المهبط المستعمله فى تقوية الصوره وكذلك الإحتياطات التقنيه الكثيره تحول دون شيوع إستعمالها فى الفلك.

المد الجزر

tides, flood and ebb
marées *(pf)*
Gezeiten *(pf)*, **Flut und Ebbe** *(sf)*

هى ظاهرة ترجع أساسا إلى تأثير جذب القمر ودورانه حول الأرض، وكذلك (بدرجة قليلة) إلى تأثير الشمس (فقط ٢/٥ قدر تأثير القمر) على الأرض. وعلى ذلك فإن المد والجزر يتكون من جزء قمرى وآخر شمسى. وأشد ما نراه من المد والجزر هو التغيير الدورى فى مستوى إرتفاع سطح ماء المحيطات. وفى أثناء حركة الأرض والقمر حول مركز ثقلها المشترك (الموجود فى داخل الأرض)، تؤثر على الأرض قوى مركزية متساوية فى كل الأرض وتتجه فى عكس إتجاه القمر. ومضاد لذلك تؤثر جاذبية القمر على الجانب الأقرب أكبر منها على الجانب الأبعد من القمر. وفى مركز الأرض تتعادل قوى الجذب والطرد المركزى بالكاد، أما على وجه الأرض المقابل للقمر فتغلب جاذبية القمر بينما على الجانب الآخر تكون قوة الطرد المركزية أكبر من قوة الجذب. وعلى ذلك تنتج **قوى المد والجزر** التى تتسبب فى إزاحة الكتل المائية فى موجتى فيضان (الشكل). ويسمى التشكيل الحادث لحزام الماء **بتشكيل المد والجزر**. ونتيجة لدوران الأرض، التى تنعكس فى الدوران اليومى الظاهرى للقمر فإن جبال الفيضان تدور مع فترة دوران القمر حول الأرض أى فى حوالى ١ يوم و٥٠ دقيقة، بحيث يحدث فى البحار كل يوم تغييرين، ويسمى إرتفاع الماء **فيضانا** وإنخفاضه **إنحسار** كما يسمى أعلى مستوى للماء، وهو الذى يحدث فى الغالب قبل أو بعد العبور العلوى للقمر بإسم «الماء العالى» بينما يسمى أوطى مستوى «الماء الواطى». وعلى نفس المنوال تؤثر الشمس وإن



المد والجزر: كروكى نشأة قمتى المد على الأرض خلال قوة جذب (←) القمر المتفاوتة الشدة. وقد تم تمييز قوتى الطرد المركزية الناشئتين من دوران الأرض والقمر بالرمز (. — . ←) وقوة المد والجزر بالرمز (⇐).

كانت بدرجة بسيطة . ويتراكم تأثير الشمس والقمر فيقوى بعضها البعض فى أثناء كل من البدر والهلال عندما يكون الشمس والقمر فى وضع الإستقبال أو الإقتران فينتج الماء العالى (قفزة الفيضان) والماء الواطى . ويرجع السبب فى حدوث قفزة الفيضان فى أثناء البدر ، أى عندما يكون كل من الشمس والقمر فى مكانين متضادين بالنسبة للأرض ، إلى أن كل منهما يحدث مدا وجزرا يضعف ما ينتج من الآخر عند ما يكون القمر فى التربيع الأول أو الأخير فيحدث ماء بسيط فى علوه نسبيا . وأثناء ذلك يصنع جبلى كل من الشمس والقمر زاوية ٩٠° مع بعضها البعض . ويمكن إعتبار التغيير الدورى فى وضع الجرمين السماويين المسببين للمد والجزر متأثرا أيضا علاوة على ذلك بالرياح والمنخفضات المائية وغيرها بحيث يصبح المد والجزر الناتجين شئ معقد جدا ومختلف من مكان إلى آخر . ومن خلال الحركة الدائمة للكتل المائية ينشأ إحتكاك المد والجذر ، الذى ينقص من طاقة دوران الأرض وعليه فإنه يبطئ دورانها تدريجيا فيزداد طول اليوم بدرجة قليلة (← الزمن) .

تؤثر قوى المد والجزر كذلك على الغلاف الجوى للأرض وبدرجة بسيطة جدا على جسم الأرض . ويتراكم التغيير السيط فى ضغط الهواء ، والذى ينشأ عن المد والجذر فى الغلاف الجوى ، مع التغيير الحادث فى ضغط الهواء نتيجة للإشعاع الشمسى اليومى ، بحيث يصعب تحديد مد وجزر الغلاف الجوى عدديا . أما التغيير الحادث فى شكل الأرض نتيجة للمد والجذر ـ فى المتوسط حوالى ± ٢٥ سم إرتفاع أو إنخفاض فى قشرة الأرض خلال ١٢ ساعة ـ فلا يمكن الإحساس به لأن البيئة المحيطة تشارك أيضا فى مثل هذه الحركة البطيئه جدا .

تركت قوى المد والجذر بصماتها على القمر قبل تجمده أيام أن كان عباره عن سائل لزج فكونت فوقه جبال فيضان تباعدت دوريا عن بعضها البعض ـ مثل جبال فيضان البحار الأرضية نتيجة لدوران الأرض ـ كما عمل الإحتكاك الشديد بفعل المد والجذر على فرملة الدوران الأصلى للقمر إلى أن تساوت مدة دورانه حول نفسه مع فترة دورانه حول الأرض (دوران مقيد) ؛ وبقى بعد ذلك جبل الفيضان فى نفس المكان على سطح القمر فى الوقت الذى إنعدم فيه إحتكاك المد والجذر .

ولابد أيضا من حدوث تغييرات نتيجة المد والجذر فى حالة المزدوجات النجومية القريبة فى المسافة من بعضها البعض .

مدار الإنقلاب

tropic
tropique *(sm)*
Wendkreis *(sm)*

← دائرة الإنقلاب .

مدارات التحرر

libration orbits
orbites de libration *(pf)*
Librationsbahnen *(pf)*

← مسألة الثلاثة أجسام .

مدار جرم سماوى

orbit of a heavenly body
orbite d'une corps céleste *(sf)*
Bahn eines Himmelskörper *(sf)*

يجب التمييز بين المدار الحقيقى للجرم السماوى أى الطريق الذى يسلكه حقيقة فى الكون وبين المدار الظاهرى أى الطريق الذى يرسمه ظاهريا على الكره السماوية . ويعتمد المدار الظاهرى لجرم سماوى على المدار الحقيقى وعلى الحركة التى يتحركها المشاهد نتيجة دوران الأرض حول نفسها وحركتها حول الشمس وكذلك حركة الشمس بكل مجموعتها الكوكبية . وتبعا لذلك يبدو المدار وكأنه أسقط من مواقع مختلفه على الكره السماوية . وعلى حسب ما إذا كان مدار الجرم السماوية منسوبا إلى مدار جرم سماوى آخر أم لا فإننا نتحدث عن المدار النسبى أو المدار المطلق على التوالى . فعلى سبيل المثال الأرض تتحرك حول

الشمس فى مدار بيضاوى أما حركتها المطلقة فى الكون فهى عبارة عن مدار حلزونى معقد ، لأن الشمس تتحرك بدورها . وتعيين المدار النسبى لأحد أجسام المجموعة الشمسيه بالنسبة للشمس هو من مهام ← تعين المدار . ولهذا الغرض يتم حساب أو إستنتاج ← عناصر المدار . من الممكن أن يضطرب المدار النسبى لجرم سماوى حول آخر نتيجة جرم سماوى ثالث (← الإضطرابات) .

مدارى

tropic
tropique
tropisch

أى منسوب إلى نقطة الربيع . وعن **السنة المدارية** ، ← السنه . وعن **الشهر المدارى** ← الشهر .

مدور

Madwar *(A)*

هو محمد رضا مدور الفلكى المصرى المولود بالأسكندريه بتاريخ ٢٧ سبتمبر ١٨٩٣ والمتوفى بالقاهرة فى ٩ ديسمبر ١٩٧٣ . عمل بعد تخرجه فى الهندسه المدنيه فى وظائف الرى ومصلحة الطبيعيات التى كان يتبعها أيضا مرصد حلوان . حصل عام ١٩٢٦ على الدكتوراه فى الفلك من جامعة إدنبره وظل منذ ذلك الحين يعمل فى المجال الفلكى . فشارك فى أخذ أرصاد بمرصد حلوان أدت إلى إكتشاف بلوتو . وأصبح مديرا للمرصد عام ١٩٣٤ وحتى عام ١٩٥٣ . فى هذه الأثناء أرسى أسس إنشاء مرصد القطاميه وظل يتابع خطوات تنفيذه حتى تم فى عام ١٩٦٣ . ويرجع الفضل الأكبر إلى مدور فى إنشاء قسم الفلك بجامعة القاهره . وقد ظل يعمل به حتى وفاته . كان مدور عضوا فى إتحادات علميه كثيره منها الاتحاد الدولى الفلكى . وقد رأس الاتحاد العلمى المصرى لعدة سنوات . كما كان عضوا بالجمعية الرياضية الطبيعية . ومن مؤلفاته كتاب الفلك العام . ويعد مدور بحق باعث الفلك الحديث فى مصر . فقد بدأ حياته الفلكية ومصر خالية من الفلكيين وترك للمصريين قسم الفلك ومرصد القطاميه . وقد إستحق عن نشاطه الحافل جائزة الدولة التقديرية عام ١٩٦٦ . ولهذا أيضا إقترح إطلاق إسمه على إحدى مناطق سطح القمر .

المذبح

Ara, Ara *(L)*
Altar *(A)*
Altar
autel *(sm)*
Altar *(sm)*

إحدى كوكبات نصف الكره السماوية الجنوبى التى ترى فى خطوط عرض البلاد العربية مائلة على الافق الجنوبى فى الربيع والصيف .

المذنب

Comet
Comète *(sf)*
Komet *(sm)*

(أنظر اللوحه ٢) جسم سماوى من أجسام المجموعة الشمسية يظهر على شكل ضباب فوق خلفية السماء . ويمكن رؤية الأعداد الكبيرة من المذنبات بالمنظار أما ما يرى منها بالعين المجرده فهو قليل جدا ، وتعد ألمعها من أحسن المناظر الطبيعية . وتختلف مناظر المذنبات عن بعضها البعض كما تختلف مع بعدها عن الشمس ، **ويمكن عمل تقسيم سريع لها** . وفى المذنب يتم التميز بين النواه التى تشبه النجم ثم الكوما وهى ما يحيط بالنواه من هالة ثم الذيل . وتشبه كوما كل المذنبات بقعا سديميه خطيه يقل لمعانها كلما إتجهنا إلى الخارج . وفى الوسط يمكن تمييز النواه على شكل نقطة أو قرص لامع بعض الشئ . وتكون النواه والكوما رأس المذنب الذى يخرج منه الذيل متجها بعيدا عن الشمس عندما تكون المسافة بينها وبين المذنب بسيطه . ويتم إكتشاف المذنب فى الغالب عندما يكون قريبا من الشمس . وتعتمد درجة لمعانه على بعده عنها بدرجة كبيرة يصعب معها تعليل الإضاءة على أنها من إنعكاس أشعة الشمس فقط ،

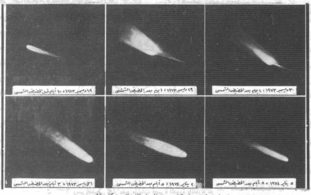
وإنما يلزم إفتراض إشعاع ذاتى للكتله الغازيه يخرج من نواة المذنب تحت تأثير إشعاع الشمس ويكون من جزء لا يستهان به من اللمعان الكلى للمذنب الشئ الذى يتأكد من الأبحاث الطيفية . فاللمعان يختلف من مذنب إلى آخر عند الإقتراب من الشمس ويخضع فى الغالب إلى تأرجحات شديدة . وقد أمكن لمعظم المذنبات إستنتاج علاقة بين اللمعان والنشاط الشمسى .

والنواه تضئ بأشعة الشمس المنعكسة وطيفها مستمر . وعلى الرغم من أن النواه هى أصغر جزء وغير واضحه فى المذنب إلا أنها تضم معظم مادة المذنب . وتركيب النواه الكيماوى معروف بدرجة كبيرة . فهى تتكون من ناحية من جسيمات صلبة شبيهة بالنيازك تعكس ضوء الشمس وتظهر لنا بعد تفكك المذنب على هيئة تيار من النيازك ، ومن ناحية أخرى توجد كميات كبيرة من المواد سهلة التطاير مثل الماء (H_2O) والأمونيا (NH_3) والميثان (CH_4) وثانى أكسيد الكربون (CO_2) والديازين (C_2N_2) . ومعظم هذه المواد توجد فى حالة غازية فى الظروف الأرضية العادية ، ومن هنا يطلق عليها غالبا غازات النواه سواء كانت فى حقيقة الأمر تحت الظروف السائدة فى النواه ، غازية أم غير غازية . وتتطاير بعض الكتل الغازية تحت تأثير أشعة الشمس تاركة النواه فيتكون منها الكوما والذيل . وتبعا لما كان معروفا حتى بضع سنين فإن الجسيمات الشبيهة بالنيازك تكون سحابة ضعيفة التماسك مع بعضها بفعل قوة التثاقل وبذلك يمكن أن تُمتص الغازات بواسطة المادة المخلخله وتطردها بعد أن تسخن عند الاقتراب من الشمس . أما حديثا فإن أنموذج النواه الذى إقترحه «ويبل» يزداد دائما فى الأهمية . وتبعا لهذا النموذج توجد الغازات فى حالة متجمدة فى النواه فتكون مع الجسيمات الصلبه جسما معلقا . و تتبخر هذه الغازات على سطح النواه بتأثير أشعة الشمس وقد تقتطع منها فى أثناء ذلك جسيمات صلبه ترى على هيئة هاله مندفعه إلى الخارج ، أو على شكل إضاءة قرصية أو حلقية . وحتى الآن لم يمكن على ضوء الأرصاد الترجيح بين نموذجى المذنب ، ومن المحتمل وجود النوعين وأنواع أخرى وسط بين الإثنين . وكتلة نواة المذنب صغيرة جدا . يتضح ذلك من عدم إدراكنا حتى الآن لأى إضطراب فى مدار أى جسم آخر (مثل أحد أقمار المشترى) أثناء مرور مذنب بالقرب منه . ويتضح من القياسات الميكرومتريه للمعان النواه أن قطرها يتراوح من ١ إلى ١٠٠ كم . وفى حالة قطر حوالى ١٠ كم وكثافة عند السطح قدرها ١ جم/سم^3 فإن كتلة المذنب تصل جزء من عشرة بليون من كتلة الأرض . وليست هناك تحديدات للكتلة أدق من ذلك .

إن قوة الجذب الصغيرة للنواه لا تتمكن من الإمساك بما يتبخر من غازات بفعل أشعة الشمس ، بل غالبا ما تنساب فى فراغ ما بين الكواكب مكونة بذلك كوما دائمه التجدد تظهر على شكل غلاف جوى للنواه . وتعمل أشعة الشمس القصيرة الموجة على تفكيك الجزيئات الأم التى تبخرت إلى جزئيات أبسط ، الجزيئات الوليدة ، كما تعمل كذلك على إثارة هذه الجزيئات حتى درجة الإضاءة . ويتم الإستدلال على الجزئيات الوليده من خلال حِزَمِها الإنبعاثية فى طيف الكوما . من ذلك أمكن التأكد من وجود مركبات (بعضها متأين) من الهيدروجين والكربون والنيتروجين والأكسجين (C_2 ، C_3 ، N_3 ، CN ، CH ، CH_2 ، NH ، NH_2 ، NH_3 ، CO ، CO_2 ، OH) وكذلك الصوديوم . وقد أمكن حديثا الإستدلال بمساعدة الأرصاد الفلكية ، على وجود هيدروجين طليق فى الكوما . ولا ترى الكوما فقط نتيجة الضوء الذاتى لغازها بل كذلك نتيجة لضوء الإنعكاس على جسيماتها الصلبه التى تحولت إلى الخارج مع الغازات المتبخرة . أى أن الكوما الغازية تحتوى أيضا على كوما ترابية وإن كانت الأخيرة رقيقة جدا . ويعتمد تمدد الكوما على البعد عن الشمس وعلى مخزون الطاقة فى

المذنب ، وتتراوح الأقطار من ١٠٠٠٠ إلى ١٠٠٠٠٠ كم . وعلى خلاف ذلك يصل قطر كوما الهيدروجين إلى ١٠ مليون كم ، كما كان الحال فى مذنب «بنيت» . ومن المحتمل أن تكون المذنبات ذات الهاله الهيدروجينية الكبيرة هى تلك التى تقترب جدا من الشمس . وفى هذا الفراغ الكبير يوجد جزء لا يكاد يذكر من كتلة المذنب ، لأن الكثافة المتوسطة للجزيئات تبلغ فقط حوالى من ١٠٠٠٠ إلى مليون جسيم لكل سم٣ (التفريغ العالى فى المعمل يبلغ حوالى ١٠٠٠٠ مرة أكثف من ذلك) .

ليست لجميع المذنبات ذيول ، بحيث أن تسميتها بالنجمة أم ذيل غير صحيحة تماما ، ويبدو أن تكوين الذيل يبدأ عندما يقترب المذنب من حوالى ١٫٥ إلى ٢ وحده فلكيه من الشمس ، بعد أن تكون قد تكونت كوما شديدة بالفعل . ومن هذه الكوما تطرد جزئيات بكميات كافية تعطى من خلال الإشعاع مظهر الذيل المضئ . وتسمى القوة التى تسحب الجزئيات إلى الخارج بقوة الطرد ، لأنها تعمل فى إتجاه مضاد لجذب الشمس . ولهذا السبب يتجه الذيل الناتج عنها بعيدا عن الشمس دائما . وترجع قوى الطرد البسيطة إلى ضغط الإشعاع الشمسى أما القوى الشديدة فتنشأ بفعل الإشعاع الشمسى الجسمى ، أى الرياح الشمسية . ونستطيع إستنتاج قيمة قوة الطرد من الحركة فى الذيل . وتتباعد سحب الذيل وهى عباره عن تكثفات مضيئة ـ عن نواة المذنب بسرعات تبلغ من ١٠ إلى ١٠٠ كم/ث . وفى هذه الحالة تبلغ قوى الطرد من ١٠٠ إلى ١٠٠٠ مره قدر قوى جذب الشمس التى تعمل فى الإتجاه المضاد) ؛ وقد يختلف ذلك فى نفس الوقت من سحابة إلى أخرى . وفى ما يظهر مع بعض المذنبات من شعاعات خيطية ، تميل على محور الذيل توجد سرعات تصل إلى ١٠٠٠ كم/ث ، بينما تصل قوى الطرد إلى ١٠٠٠٠ مره قدر قوة الجذب . وتجرف الجسيمات المتأينة من الإشعاع الشمسى أيونات مادة الذيل معها ولذلك يطلق على الذيول المتكونة بهذه الطريقة ذيول أيونيه أو ذيول غازية . وتعتمد أطوال هذه الذيول على المسافة التى تتحركها الجزيئات إلى أن تتفكك ؛ وفى الغالب فإن العمر قصير جدا لدرجة أن هذه الجزيئات لا تكاد

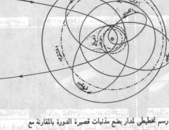


١ مذنب كوهوتيك كما صوره المعمل الفضائى سكاى لاب فى ديسمبر عام ١٩٧٣ ويناير عام ١٩٧٤ .

تصل إلى الذيل . لذلك فإن طيف الذيل يحتوى على كمية من أحزمة الجزئيات (CN ، CO ، CO_2 ، OH ، CH ، N_2) أقل مما يوجد فى الكوما . وفى أثناء التطورات الكبيرة يبلغ طول الذيل من حوالى ١ إلى مليون كم ؛ فى حالة المذنب 1843I بلغ طول الذيل ٢٥٠ مليون كم ، أى ما يماثل أبعد مسافة للمريخ عن الشمس . ومن الممكن أن يبلغ عرض الذيل ١ مليون كم . وكثافة المادة أقل من الكوما كما هو مفهوم . كذلك تنحرف جسيمات صلبة مع الغازات فتبلغ الذيل ، حيث يستدل عليها بما تعكسه من ضوء الشمس . وقد حدث فى حالة أن كان طيف الذيل عباره عن طيف مستمر فى غالبيته بسبب ذلك . وفى حالة مذنب آرند ـ رولاند ١٩٥٧ تم مشاهدة ظاهرة نادره . فبالإضافة إلى الذيل الطبيعى بطول ٥٠ مليون كم شوهد ذيل مضاد فى الإتجاه الآخر . وقد نشأ ذلك من إنعكاس ضوء الشمس على الجسيمات الصلبة الكثيرة ، التى تطايرت من نواة المذنب أثناء البخر وأستقرت فى مستوى المدار ، وقد تجمعت الإنعكاسات الصغيرة والمنتشرة لتعطى إضاءة ظاهرة تُشاهد كلها من الأرض آتية من نفس الإتجاه أثناء مرور الأرض فى مستوى المدار

هذا . ويرجع وجود الذيل المضاد فى إتجاه الشمس إلى ظروف المدارات .

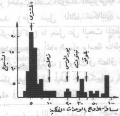
المدارات : تتحرك المذنبات تبعا لقوانين الميكانيكا السماوية فى قطاعات مخروطية حول الشمس . ويغلب وجود المدارات الطويلة ذات الإهليجية الكبيرة وذلك بعكس مدارات الكواكب والكويكبات . وقد لا يمكن التمييز بين مذنب وكويكب عن طريق مداراتها ، فبينما إهليجية أكثر من ٢٠ كويكب تزيد عن ٠٫٢ فإنها لمذنبين معروفى الشكل (شواسمان ـ فاخمان ١وأترما ٣) تحت هذه القيمة (الشكل) . ومن ٥٧٣ مذنب معروفة المدار نجد نحو ٣٨ ٪ منها مداراتها على شكل قطاعات ناقصة ، ٥١ ٪ على شكل قطع مكافئ ، ١١ ٪ على شكل قطع زائد . ولابد فى هذه الاحصائيات من تدارك الإضطرابات التى تحدث فى مدارات المذنبات نتيجة الكواكب . وقد حسب «ستروجرن» الشكل الحقيقى للمدارات الزائدة لعدد ٢١ مذنباً ، فوجد أن ٢٠ منها قد نشأت من إضطرابات مدارات ناقصة . هذا مع العلم بأننا لا نشاهد إلا قطعة صغيرة من المدار إذا كان على شكل قطع زائد وعليه تقل درجة دقة تحديد المدار . من أجل هذا فإنه يمكننا إعتبار غالبية



٢ رسم تخطيطى لمدار بضع مذنبات قصيرة الدورة بالمقارنة مع مدارات الكواكب .

المذنبات متحركه فى مدارات على شكل قطاعات ناقصة طويلة وبالتالى فكلها أعضاء فى مجموعتنا الشمسية.

تسمى المذنبات التى تطول فترة دورانها حول الشمس عن ٢٠٠ سنه **بالمذنبات طويلة الدوره**. ويتحرك هذا النوع بعيدا عن مدارات الكواكب فى أغلب الأوقات. وقد إكتشفت قطاعات ناقصة تصل إلى مسافه ٤٠٠٠٠ وحده فلكيه = ٠,٦ سنه ضوئيه من الشمس. والمدارات منتشره فى الفضاء على غير قاعده معينه، إلا أنها تكاد تتطابق تماما لمجموعة من النيازك، ومن المحتمل أن تكون هذه المجموعة قد تكونت عن طريق تقسيم حدث لنواة مذنب أم. أما **المذنبات قصيره الدوره**، التى يقل زمن دورتها عن ٢٠٠ سنه فإنها تتحرك على الأقل إلى منتصف دورتها داخل مدارات الكواكب. وقد تسبب الإضطراب المستمر لمدارات المذنبات بفعل الكواكب فى علاقة وطيدة بينها وبين مدرات الكواكب. ومن ذلك أن مدارات المذنبات قصيرة الدوره تتركز حول البروج. ويزداد شدة التركيز كلما صغر زمن الدوره. ومتوسط ميل مدارات المذنبات قصيرة الدوره على مستوى البروج يقدر بحوالى ١٨°، وللمذنبات التى تقل فترة دورتها عن ١٠ سنوات يقدر هذا الميل بحوالى ١٢° إن الحركة المداريه لحوالى ٩٣٪ من المذنبات يمينيه أى أن دوران هذه المذنبات يحدث فى نفس إتجاه دوران الكواكب حول الشمس؛ ومن المذنبات القليله ذات الدوران اليسارى مذنب هالى. والأوج الشمسى، أى أبعد نقطه فى المدار عن الشمس، لكثير من المذنبات قصيرة الدوره يوجد قريبا من مدارات كوكبيه (الشكل). تسمى جميع المذنبات التى يصل مدارها إلى مدار كوكب معين **بعائلة مذنبات**، ومنها عائلة المشترى، التى تصل مدارات أفرادها إلى مدار المشترى فى أبعد نقطة لها عن الشمس. وبعض النيازك تتساوى فى أوجها الشمسى وتتعدى مداراتها أبعد الكواكب فى المجموعة



٣ شيوع مسافة الأوج الشمسى للمذنبات. وتدل الأسهم على متوسط بعد الكوكب المدرج إسمه عن الشمس.

الشمسيه، بلوتو، وبذلك نستنتج أن هناك كوكبا لم يكتشف بعد (ترانس بلوتو).

الشيوع والتسميه: ـ تحاط الشمس بسحابة كبيره من المذنبات. وتصل أبعاد هذه السحابه إلى الأبعاد بين النجوم الثوابت وتبلغ التقديرات الغير دقيقه لعدد المذنبات فى هذه السحابه من ١٠ مليون إلى ١٠ بليون مذنبا. ونسبة قليلة جدا من هذه تقتّرب مرة من الشمس بحيث يمكن مشاهدتها. وبين كل هذه المذنبات طويلة المحور الأكبر يغلب المذنبات ذات الإهليجيه الكبيره. وهذه المدارات تصل إلى درجة أقرب جدا من الشمس فى أثناء حضيضها عن المدارات ذات الإهليجية الصغيره، الأمر الذى يعطى أخطاء فى إحصائيات أشكال المدار. وحتى الآن فإننا نعرف حوالى ١٦٠٠ مذنب منها ٦٠٠ فقط معروفه المدار تماما وأكثر هذه عودة هو ← مذنب إنكى الذى تكررت عودته ٤٧ مره بدورة طولها ٣,٣ سنه. يلى ذلك ← مذنب هالى الذى رُصد ٢٩ مره إقترب فيها من الشمس، وزمن دورته ٧٦ سنه. وقد وصل العدد المكتشف من المذنبات سنويا من ٣ ـ ٥ مذنبا بفضل إستعمال الآلات الحديثه. وحتى نهاية القرن الثامن عشر أمكن إكتشاف ١٨ مذنبا كل مائه عام، وهو العدد الذى يُرى بالعين المجرده وفى

العصر الحديث تغلب الأرصاد الفوتوغرافية . ومن المراصد (على سبيل المثال سكالناتى بليسو بتشيكوسلوفاكيا) ما يعمل على البحث المنتظم عن المذنبات فى جميع أنحاء السماء بواسطة مناظير قويه (الباحثات عن المذنبات) . وذلك فى النطاق المرئى . كما حقق هواة الفلك أيضا نجاحا كبيرا فى الأعوام السابقه فى مجال إكتشاف المذنبات .

وترجع تسمية المذنبات الحديثه إلى أسماء مكتشفيها (مثل مذنب آرند ـ رولاند ومذنب بادى) ؛ أما قديما فقد أختير إسم من قام بحساب المدار (مثل مذنب إنكى ومذنب هالى) . وحسب ترتيب إكتشافه يأخذ كل مذنب رمزا مؤقتا بحرف لاتينى (مثل مذنب 1949a, b, c) ، على أن يأخذ بعد التحديد الدقيق لمداره بعد عام إكتشافه رقما (بالحروف الرومانيه) حسب ترتيب مروره بالحضيض الشمسى (مثل مذنب هالى = مذنب 1909c = مذنب 1910 II) .

النشأه والتفكك :ـ يمكن التمييز بين مجموعتين كبيرتين من النظريات التى وضعت لتفسير نشأه وتفكك المذنبات ؛ فحسب المجموعه الأولى تنشأ المذنبات فى الفراغ ما بين النجوم ثم تدخل بعد ذلك المجموعة الشمسيه بفعل جذب الشمس والكواكب وتبقى بعضها مقتنصه داخل المجموعه الشمسيه . والنظريات الكوكبيه التى تعتبر مكان نشأة المذنبات فى المجموعة الشمسيه ، تعزى سبب ذلك إلى إنفجار بعض الكواكب أو قذف الماده من بعض الكواكب العملاقه . ومن الأكثر إحتمالا أن تكون المذنبات قد نشأت مع الكواكب (← الكسموجونى) فى الأطراف البعيده من المجموعه الشمسيه ، أبعد من ٥٠ وحده فلكيه . وهذه النظريه تستطيع تفسير الشيوع النسبى الكبير للمواد المتطايره فى المذنبات . أما التوزيع الحالى للمدارات فهو راجع إلى الإضطرابات التى تحدثها كتلة المشترى الكبيره وكذلك النجوم الثوابت القريبه .

بعض المذنبات القصيرة الدورة

المذنب	P	a	i	e	q	Q	T
إنكى	٣,٣٠	٢,٢١	١٢,٤	٠,٨٥	٠,٣٤	٤,٠٩	١٩٦١/٢/٥
نويجمين 1927 I, c	٥,٤٣	٣,٠٦	١٠,٦	٠,٥٧٧	١,٣٤	٤,٧٩٩	١٩٢٧/١/١٦
بونسى ـ فين إكى 1951 VI	٦,٣٠	٣,٣٨	٢٢,٣	٠,٦٤	١,٢٣	٥,٥٣	١٩٦٤/٣/٢٣
بيل ، 1952 III	٦,٦٢	٣,٥٣	١٢,٦	٠,٧٦	٠,٨٦	٦,١٩	١٨٥٢/٩/٢٤
فنل ، 1960 VIII	٦,٩٠	٣,٦٢	٣,٦	٠,٧٠	١,٠٨	٦,١٧	١٩٦٠/٩/١
فاى ، 1961 C	٧,٣٨	٣,٧٨	٩,١	٠,٥٨	١,٦١	٥,٩٥	١٩٦٢/٥/١٤
أوترما ٣ ، 1958 IV	٧,٨٨	٣,٩٦	٤,٠	٠,١٤	٣,٣٩	٤,٥٣	١٩٥٨/٦/١٠
توتل 1939 X	١٣,٦١	٥,٧٠	٥٤,٧	٠,٨٢	١,٠٢	١٠,٣٨	١٩٣٩/١١/١٠
شواسمان ـ فاخمان ١ ، 1957 IV	١٦,١٠	٦,٣٧	٩,٥	٠,١٣	٥,٥٤	٧,٢١	١٩٥٧/٥/١٢
كروميلين 1956 VI	٢٧,٨٧	٩,١٩	٢٨,٩	٠,٩٢	٠,٧٤	١٧,٦٤	١٩٥٦/١٠/١٩
هالى ، 1910 II	٧٦,٠٣	١٧,٩٥	١٦٢,٢	٠,٩٧	٠,٥٩	٣٥,٣١	١٩١٠/٤/١٩
هرشل ـ ريجوليت ، 1939 IV	١٥٦,٠٤	٢٨,٩٨	٦٤,٢	٠,٩٧	٠,٧٥	٥٧,٢٢	١٩٣٩/٨/٩

يلاحظ الحروف الآلية ودلالاتها : P زمن الدورة بالسنين ؛ a نصف القطر الأكبر للمدار بالوحدات الفلكية ؛ i ميل مستوى المدار على مستوى البروج بالدرجات ؛ فى حالة i أكبر من ٩٠ تكون الحركة تراجعية ؛ e الإهليلجية (العددية) للمدار ؛ q أقصر مسافة عن الشمس فى المدار (الحضيض الشمسى) بالوحدات الفلكية ؛ Q أبعد مسافة عن الشمس (الأوج الشمسى) ؛ T تاريخ العبور بواحد من الحضيض الشمسى .

إن المذنبات عباره عن أجسام قصيره الأعمار . ويقدر أعمارها حتى الآن بحوالى من ١٠٠٠٠ إلى مليون سنه . وفى حال المذنبات قصيرة الدوره يؤدى البخر الدائم إلى نفاذ مخزون الغاز ، فتكون النتيجه الضروريه نقصان فى اللمعان ، الأمر الذى يُعتقد التحقق منه بالنسبه لبعض المذنبات قصيرة الدوره . وبسبب التسخين المتكرر بالقرب من الشمس وكذلك بفعل الجاذبية يمكن أن تحدث إضطرابات شديدة تؤدى إلى تفكك النواه كلية ، فينشأ من المذنب ← تيار شهب . ومثال ذلك ← مذنب بيلى الذى عاد فى عام ١٨٤٦ منقسما إلى جزئين يبتعدان عن بعضها بسرعة عملت على زيادة المسافه بينهما إلى بضع ملايين الكليو مترات عندما عاد ثانية فى عام ١٩٥٢ إلى حضيضه الشمسى . بعد ذلك لم يشاهد المذنب ثانية وظهر بدلا منه تيار من الشهب ، المسلسلات (البيليات) ، بتطابق عناصر مداره مع عناصر المذنب الأصلى . كما أن المذنب 1882II قد إنقسم إلى ٥ أجزاء وكان بعده أثناء حضيضه الشمسى حوالى ١٫٥ مره مثل قطر الشمس . وهذا المذنب أحد الأفراد فى مجموعة مذنبات كبيره .

عرض تاريخى :ـ إن كل من الظهور المفاجئ للمذنبات اللامعه وشكلها المختلف عن الأشكال التقليدية فى السماء يفسر إهتمام الناس بها . من هنا فقد تم تسجيل أرصاد المذنبات منذ القدم وتناقلها الأحفاد فى أعداد كبيره لها أهميه فى الدراسات الإحصائيه . وقد إعتقدت التوقعات التنجيميه بوجود إرتباط بين ظهور مذنب والأحداث غير الساره مثل الحروب والأوبئه . وأصبح مؤكدا فى القرن السابع عشر أن المذنبات ليست ظواهر ضوئيه فى جو الأرض وإنما أجسام سماويه قائمة بذاتها . وأنشغل العلماء حتى القرن التاسع عشر بحسابات المدارات التى طوّر طرقها كل من «هالى» و «أولبرز» . بعد ذلك أضيفت الدراسات الفيزيائيه وخصوصا بعد أن أمكن أخذ أرصاد طيفيه لمذنب هالى فى عام ١٩١٠ . ويمثل دراسة ضوء المذنبات وكذلك بناؤها وتبخر نواتها عصب فيزياء المذنبات .

مذنب أم

parent comet
comète - mère *(sf)*
Mutterkomet *(sm)*

هو ← مذنب نشأت منه مجموعة مذنبات أخرى .

مذنب إنكى

Enky - Comet
comète d'Encke *(sf)*
Enkescher Komet *(sm)*

هو ذلك المذنب قصير الدوره الذى إكتشفه «بونس» فى ٢٦ نوفمبر عام ١٨١٨ بمدينة مرسيليا . وقد سمى هذا المذنب بإسم «إنكى» الذى حسب لأول مره مداره بدقه ووجد أن له زمن دوران قدره ثلاث سنوات و ١١٥ يوما . وهذا المذنب الذى يمكن مشاهدته فقط فى المنظار يتميز بأن زمن دورته يقصر بإستمرار وبغير نظام . يمكن تعليل ذلك بالماده التى تنبعث من الجانب المواجه للشمس إذا إفترضنا أن تركيب نواة المذنب تخضع لنموذج «ويبل» وأن هذه النواه تدور (← مذنب) . ومن كثرة ما شوهد هذا المذنب فإنه يعتبر أكثر المذنبات التى تم مشاهدتها ، فقد شوهد فى ٤٧ إقترابا من الشمس .

مذنب بيلى

Biela - comet
comète de Biela *(sf)*
Bielaescher Komet *(sm)*

هو المذنب قصير الدوره الذى إكتشفه «بيلى» فى عام ١٨٢٦ وتبلغ دورته حوالى ٦٫٧٥ سنه . وتبعا لتحديد المدار ثم أدراك أنه لوحظ قبل ذلك بدورتين . وفى يناير ١٨٤٦ إنقسم المذنب فجأة إلى جزئين يتزايد البعد بينهما دائما . وقد بلغت المسافه بين الجزئين فى عام ١٨٥٢ حوالى ٢٫٥ مليون كم . ومنذ ذلك التاريخ لم يرى المذنب ثانية ، ويحتمل أن يكون الجزئان قد تفككا كلية . ظهر بدلا من الجزئين متأخرا تيار شديد من الشهب ، هو تيار البيليات أو ←

المسلسلات ، التى تتطابق عناصر مدارها مع المدار السابق للمذنب . ويحتمل أن يكون هذا التيار قد تطور من بقايا المذنب .

مذنب هالى

Halley - comet
comète d'Halley *(sf)*
Halleyscher Komet *(sm)*

هو المذنب العظيم الذى يمكن رؤيته بالعين المجرده ويعود بعد فترات قصيره تبلغ ٧٦ عاما . وقد أثبت تعيين المدار بواسطة «هالى» من أرصاد ١٦٨٢ أن مظاهر مذنبيه كثيره سابقه يمكن نسبتها إلى هذا المذنب . وفى المجموع فإننا نعرف حتى الآن ٢٩ حضيضا لهذا المذنب كان الأول فى عام ٤٦٦ قبل الميلاد وكانت آخر عودة للمذنب قريبا من الشمس فى عام ١٩١٠ . وكان لهذه العوده إهتمام كبير وفيها بلغ طول الذيل حوالى ٢٥ مليون كم . وقد كان مذنب هالى شفافا لدرجة لم يشاهد منه شئ عند مروره أمام الشمس . ومن أنجح الصور التى إلتقطت للمذنب فى هذا الإقتراب ما تم فى مرصد حلوان على المنظار ٣٠ بوصة. ينتظر أن تكون العوده القادمه فى عام ١٩٨٦ .

مرافق

companion
compagnon *(sm)*
Begleiter *(sm)*

تماما مثل ← تابع .

المراق.

Mirak *(A)*

هو النجم بيتا فى كوكبة ← الدب الأكبر.

المراقبة الدوليه لترنح القطب

international latitude services
service internationale des latitudes *(sm)*
international Polschwankungsdienst *(sm)*

وكانت تسمى حتى عام ١٩٣٠ بالاستعداد الدولى . وهى جمعيه لمراقبة ما يطرأ من تغيير على ← إرتفاع القطب .

مراقبة السماء

sky patrol, sky survey
surveillance de ciél *(sf)*
Himmelsüberwachung *(sf)*

هى المشاهده المنتظمه للسماء بقصد إكتشاف النجوم المتغيره أو النوفا . ويتم مراقبة السماء دائما بطريقه فوتوغرافيه وفى مراصد مجهزه بمناظير تستطيع تصوير مساحة كبيره من الكره السماويه .

مراقبة الشمس

solar syrvey
surveildance du soleil *(sf)*
Sonnenbeobachtung *(sm)*

هى ← أرصاد الشمس .

مرآة باكر- شميلت

Baker - Schmidt mirror
miroir Baker - schmidt *(sm)*
Baker - Schmidt Spiegel *(sm)*

← المنظار العاكس .

مرآة سوبر شميلت

Super Schmidt mirror
miroir super - Schmidt *(sm)*
Super - Schmidt - Spiegel *(sm)*

← المنظار العاكس .

مرآة شميلت

Schmidt telescope, Schmidt mirror
telescope de Schmidt *(sm)*
Schmidt - Spiegel *(sm)*

← المنظار العاكس .

المرآة الكاسيجرينيه

Cassegrain mirror
miroir cassegrainean *(sm)*
Cassegrain - Spiegel *(sm)*

← المنظار العاكس .

مرآة ماكسيتوف

Maksutov telescope, Maksutov mirror
telescope de Maksutov *(sm)*
Maksutov - Spiegel *(sm)*

← المنظار العاكس .

مرآة نيوتن

Newton miroir
miroir de Newton *(sm)*
Newtonspiegel *(sm)*

← المنظار العاكس.

المرأه المسلسله

Andromeda, And *(L)*
Andromeda
andromède *(sf)*
Andromeda *(sf)*

هى إحدى كوكبات نصف الكره السماويه الشمالى. وتظهر فى ليالى الشتاء والخريف. وألمع نجم α يسمى ← الفيراتز. كما يسمى النجم β الميراق والنجم γ العناق. وفى هذه الكوكبة يوجد سديم المرأه المسلسلة الذى يرى بالعين المجرده.

مرحلة السرعه الكونيه

cosmic velocity
vitésse cosmique *(sf)*
kosmische Geschwindigkeitsstufe *(sf)*

هى السرعه الإبتدائيه التى يجب أن يحصل عليها جسم كى يبلغ مدارا ما حول الأرض فى حالة عدم إسراعه بعد ذلك صناعيا. ومعرفة هذه السرعه مهم لإطلاق الأقمار الصناعية والكويكبات وكذلك رحلات الفضاء.

(١) إذا أريد إطلاق قمر صناعى ليدور مباشرة بعد إطلاقه حول الأرض فى مدار إهليجى فإن ذلك يستلزم أن يترك هذا القمر الأرض بسرعة لا تقل عن ٧٫٩ كم/ث، هى السرعة الكونيه الأولى. وبذا يمكن للقمر الدوران حول الأرض عند سطحها، أى فى أقصر مدار ممكن تصوره. وفى ذلك لم يتم تدارك تأثير جو الأرض على القمر بعد؛ وبإستفاضة أكثر القمر الصناعى الأرضى.

(٢) للوصول إلى مدار إهليجى حول الشمس، على سبيل المثال، عند إطلاق كويكب صناعى فإن ذلك يستلزم أن يترك الجسم الأرض بسرعة لا تقل عن ١١٫٢ كم/ث. وتسمى هذه بالسرعه الكونيه الثانية أو **السرعه المكافئه** أو **سرعة الإفلات** وأى جسم له هذه السرعه يمكنه، بدون ما حاجه إلى جاذبية الشمس، الإفلات إلى الأبد من قبضة جاذبية الأرض فى مدار على شكل قطع مكافئ.

(٣) لمغادرة المجموعة الشميه يمكن إستغلال سرعة الأرض المداريه وذلك عندما نطلق الجسم فى إتجاه هذه السرعه. ولابد بعد ذلك للجسم من سرعة إضافيه لا تقل عن ١٦٫٧ كم/ث، وهى السرعة الكونيه الثالثه.

(٤) لترك مجرة سكة التبانه بالاستعانه بسرعة الشمس المداريه حول المجره لابد لنا على الأقل من السرعة الكونيه الرابعه، حوالى ١٢٩ كم/ث.

ويمكن أيضا حساب القيم المناسبه للإفلات من قبضه أجرام سماوية أخرى. ولحساب السرعة الكونية الأولى فإننا نحتاج **معادلة السرعه فى مدار دائرى**:

$V_c = \sqrt{GM/r}$: حيث G ثابت الجاذبية؛ به كتلة الجسم صاحب قبضه الجاذبيه، M المسافه بين المدار ومركز الكتله. كما يمكن حساب السرعة فى مدار على شكل قطع مكافئ أو **السرعه المكافئه** من العلاقه $V_p = V_c \cdot \sqrt{2}$

فى حالة المريخ مثلا نجد أن السرعة الكونيه الأولى ٣٫٦ والثانية ٥٫٠٥ والثالثة ١١٫١ كم/ث، أما فى حالة القمر فتبلغ السرعه الكونيه الأولى ١٫٦٨ والثانيه ٢٫٣٧ كم/ث.

مرزم الجبار

Bellatrix *(L)*

هو نجم ← الناجذ.

مراصد مونت بالومار

Mount - Palomar observatories
observatires du Mount - Palomar *(pm)*
Mount - Palomar Observatarien *(sn)*

← مرصد.

مراصد مونت ستروملو

Mount - Stromlo Observatories
observatoires du Mount - Stromlo *(pm)*
Mount - Stromlo Observatorien *(pn)*

← مرصد .

مراصد مونت لوكى

Mount - Loky observatories
observatoires du Mount - Loky *(pm)*
Mount - Loky Observatorien *(pn)*

← مرصد .

مراصد مونت هاميلتون

Mount - Hamilton observatories
Observatoires du Mount - Hamilton *(pm)*
Mount - Hamilton Observatorien *(pn)*

← مرصد .

مراصد مونت ويلسون

Mount - Wilson observatories
observatoires du Mount - Wilson *(pm)*
Mount -Wilson Observatorien *(pn)*

← مرصد .

مرصد

observatory
obseratoire *(sm)*
Sternwarte *(sf)*, **Observatoirum** *(sn)*

هو معهد للأرصاد السماويه . وحسب مجال عمله فإن المرصد يتم تجهيزه بآلات أرصاد مختلفه وأجهزه إضافية وكذلك أجهزه قياس وساعات وآلات حاسبه . وتوضع المناظير عموما فى مبانى على شكل قباب ، إما أن تكون جزء من مبنى كبير أو قائمة بذاتها فى أرض فضاء . وتتكون مثل تلك القباب من مبنى سفلى دائرى يستقر فوقه القبو (أو القبه) الذى يكون فى الغالب على شكل نصف كره . والقبو مكون من تركيبات خشبيه ولامع من الخارج ، حتى لا يمتص كثيرا من ضوء الشمس أثناء النهار . وللقبه فتحة تصل من أسفلها حتى فوق متوسط إنحنائها ، يتم من خلالها الرصد كما يمكن إغلاقها بواسطة ستاره من الجوانب وكذلك من أسفل إلى أعلى . وكل القبه ممكنه الدوران ، كى يمكن الرصد فى جميع الاتجاهات . وتوضع المناظير الصغيره نسبيا غالبا فى حجرات مزوده بسقف ينطوى أو ينزاح . علاوة على ذلك يوجد فى المرصد حجرات عمل وحجرة مظلمه وورش وفى الغالب كذلك حجرات لسكن الراصدين .

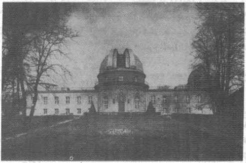
أدى إتساع علم الفلك إلى أن تخصصت المراصد عموما فى قليل من مجالات العمل . فمثلا توجد مراصد تهتم فقط بأرصاد النجوم المتغيره ، أو مراصد شمسيه خاصه وكذلك مراصد راديويه . وهناك مراصد أخرى تشتغل فى الغالب أو فقط بالأبحاث النظريه . من هذه المراصد على سبيل المثال معهد الحساب الفلكى فى هايدلبرج (ألمانيا الإتحادية) ، الذى تتم فيه من بين أشياء أخرى حسابات هائله للحوليات الفلكيه ، أو معهد ماكس بلانك للفيزياء الفلكيه فى ميونخ . وتنتمى كثير من المراصد إلى جامعات ، حيث تلتزم أيضا بتعليم الطلبه . ومن المراصد ما يتبع أكاديميات تمثل معاهد قوميه أو ما يشابه ذلك . وفى جمهورية ألمانيا الديمقراطية يوجد مرصد جامعى واحد ، هو مرصد جامعة فريدريك شيلر فى مدينة ينا . أما المراصد الأخرى فتكون المعهد المركزى للفيزياء الفلكيه التابع لأكاديمية العلوم الألمانيه .

بالاضافه إلى هذا تُجرى أرصاد الشمس فى المرصد المركزى للشمس ، وأرصاد الزمن فى المعهد المركزى للطبيعه الأرضيه . وفى جمهورية مصر العربية يوجد قسم للفلك بكلية العلوم – جامعة القاهرة ويعمل على بناء الطلبة وتخريج الفلكيين بالإضافة إلى القيام بالأبحاث التى يغلب عليها الطابع النظرى وتحليل الأرصاد . ثم هناك معهد الأرصاد التابع لأكاديمية البحث العلمى ويضم أقساما لأرصاد كل من النجوم والشمس والزلازل والمغناطيسيه الأرضيه والأقمار الصناعيه . ولهذا المعهد محطات رصد فى كل من جبل القطاميه ، حيث يوجد منظار عاكس قطر مرآته منظار عاكس قطر مرآته ٧٤ بوصه وتم تشغيله عام

١٩٦٣ ، وفى حلوان حيث يوجد منظار رينولدز العاكس وقطر مرآته ٣٠ بوصه ، وقد ساهم هذا المنظار فى إكتشاف كوكب بلوتو . كما يوجد أيضا فى حلوان منظار كاسر قطر عدسته ٦ بوصه لأرصاد الشمس ومطياف شمسى مزود بسليوستات وكذلك منظار زوال ومحطة أرصاد الزلازل ومحطة لمتابعة الأقمار الصناعيه . وفى منطقة المسلات بالقرب من الفيوم توجد محطة لأرصاد المغناطيسية الأرضية . وفى كل من مرسى مطروح وأبو سمبل توجد محطات أرصاد صغيره للزلازل والضوء البروجى .

يوجد فى العالم حوالى ٣٠٠ مرصدا أغلبها فى نصف الكره الأرضيه الشمالى . لذلك قامت أغلب المراصد بتشييد محطات رصد لها فى نصف الكره الجنوبى ، مثلا فى أمريكا الجنوبية - حتى تغطى الأرصاد أيضا نصف الكره السماويه الجنوبى وهناك تعاون وثيق يربط بين مراصد العالم خلال تبادل العلماء ونتائج الأرصاد والمنشورات . ويتم تنظيم العمل الدولى والحث عليه من قبل الإتحاد الدولى الفلكى . وفى كامبردج ماشوشيس بالولايات المتحده الأمريكيه يتم تجميع أنباء إكتشافات النوفا أو الأجسام السماويه الأخرى ثم توزيعها على المراصد . وأحيانا تشترك مراصد من دول عديده فى برامج كبيره وإستخدام محطات أرصاد .

عند إقامة مرصد جديد يتم إختيار أماكن البناء بدقة بالغة وذلك كى نحصل على أرصاد جيده . وحتى نتحاشى الضوء المشتت ، لابد أن تكون مواقع المراصد بعيدة عن المدن . لذلك فإن المراصد القديمه الموجوده داخل المدن تقوم بتشييد محطات رصد لها خارج تلك المدن . علاوة على هذا فلابد أن تكون أرضية المرصد خالية من الهزات ، ويلزم كذلك أن يكون الهواء صافيا ومنفذا ومستقرا إلى حد كبير . وأحسن ظروف هوائيه توجد فوق الأسقف الواسعه والعاليه . أيضا فإن عدد الليالى الصافيه يلعب دورا كبيرا فى إختيار الموقع . وفى كل أوربا نجد الظروف المتيورولوجيه سيئه لدرجة أنه ، باستثناء قليل من الأماكن ، ليس من المجدى تشييد أجهزة غاية فى الكبر . والظروف أكثر مناسبة على سبيل المثال على الشاطئ الغربى لكل من أمريكا الشماليه والجنوبيه ، هناك حيث شيدت لهذا السبب عديد من المراصد الكبيره .



مرصد بابلسبرج التابع للمعهد المركزى للفيزياء الفلكية بألمانيا الشرقية

بجانب المراصد العامله علميا يوجد فى غالبية الدول عدد كبير من مراصد الهواه والمراصد الشعبيه والمدرسيه . يتم الإشراف على المراصد الشعبيه من قبل الفلكيين والهواه . وهى تساعد بالمحاضرات العامه والمشاهده فى توصيل المعلومات الفلكيه إلى الشعب . وأكبر مرصد شعبى ألمانى هو مرصد «أرشى نولد» بضاحية «تربتوف» من برلين . وهو يحتوى على منظار كاسر قطر عدسته ٧٠ سم . وتعطى **المراصد المدرسيه** توضيحات وتوجيهات للأرصاد البسيطه وتساعد بذلك فى توضيح معانى المصطلحات الفلكية الأساسيه التى تحتوى عليها الدروس المدرسيه .

فيما يلى حصر المراصد والمعاهد الفلكية الألمانية وبعض المراصد الأجنبية مجتمعة . وفى حالة المراصد الواقعة على إرتفاع يعلو عن مستو سطح الماء أضيف الارتفاع مزودا بالإختصار ف . م . ويحتوى هذا السجل بعض الأجهزة الموجودة فى المرصد ومحطات الرصد التابعة وكذلك مجال العمل الأساسى . وتدل الأعداد الموجودة قبل إسم الجهاز على فتحة المنظار ، أما فى حالة منظار مزود بمرآة شميدت فقد أعطى قطر المرآة أيضا بجانب الفتحة (= قطر لوح التصحيح الزجاجى) .

المراصد والمعاهد الفلكية فى جمهورية ألمانيا الديمقراطية :ـــ

مرصد أكاديمة العلوم الألمانية للفيزياء فى بابلسبرج : منظار بصرى ٦٥ سم كاسر ، ٧٠ سم /عاكس ، ٥٢ سم عاكس ، ٣١/٢٥ سم شميدت عاكس ؛ كسمولوجى وأبحاث خارج المجره .

مرصد لورمان فى درسون : ويتبع الجامعة التكنولوجية ؛ ٣٠ سم أستروجراف ، ٣٠ سم كاسر ؛ القياسات الفلكية .

المرصد الجامعى فى ينيا : ٥٠ سم عاكس ، ٩٠/٦٠ سم شميدت عاكس ؛ مادة ما بين النجوم .

مرصد المعهد المركزى للفيزياء الفلكية ومرصد الشمس بقبة آينشتين ومجموعة العمل فى مجال الفلك الراديوى التابعة للمعهد المركزى للعلاقات الشمسية الأرضية .

فى بوتسدام : فوتوغراف ٨٠ سم كاسر ؛ بصرى ٥٠ سم كاسر ، ٢٠ سم أستروجراف ، ٧٠ سم عاكس ، ٧٠/٥٠ عاكس شميدت ، ٤٠ سم برج عاكس ، ١٠ م راديوى ؛ فيزياء النجوم ، المجالات المغناطيسية الكونية ، وفيزياء النجوم .

مرصد المعهد المركزى للفيزياء الفلكية فى زونبرج (٦٤٠ م ف . م) ؛ عديد من الأستروجرافات ، ٦٠ سم عاكس ، ٤٦ سم عاكس ، ٧٠/٥٠ شميدت عاكس ؛ النجوم المتغيرة والنجوم الحديثة .

مرصد تاوتنبرج بجوار ينيا أو مرصد كارل شوارتزشيلد التابع لمعهد الفيزياء الفلكية المركزى ؛ ٢٠٠ سم عاكس (جهاز تركيبى) .

المراصد والمعاهد الفلكية فى جمهورية ألمانيا الإتحادية :ـــ

مرصد بامبرج ، ريميس : ٢٦ سم كاسر ، ٦٠ سم عاكس ، ٤٤/٣٥ شميدت عاكس ؛ النجوم المتغيرة .

معهد بوخوم الفلكى التابع لجامعة الرور : ٦٠ سم عاكس ، ٢٠ سم راديوى ؛ الفوتومترى ، الاسبكتروسكوبى ، الدراسات خارج المجره .

المرصد الجامعى فى بون أو معهد هوهرليست (٥٤١ م ف.م) : زوالى ، ٣٦ سم كاسر ، ٣٥ سم عاكس ، ٥٠/٣٤ سم شميدت عاكس ، ١٠٦ سم عاكس ، ١٠ م راديوى ، ٢٥ م راديوى ، ١٠٠ م راديوى ؛ القياسات الفلكية والفوتومترى

والاسبكتروسكوى ، الفيزياء الفلكية النظرية ، الفلك الراديوى ، أبحاث خارج المجره .

معهد ماكس بلانك للفلك الراديوى وهو مزود بأكبر منظار راديوى متحرك قطره ١٠٠ م. مقام فوق إيفلز برج بالقرب من بون

المرصد الجامعى فرانمرت / ماين : ٢٠ سم كاسر .

معهد فراونهوفر فى فرايبورج : بريجوورف ومرصد شاو إنزلاند (١٢٣٣م ف . م) ، ومرصد فوق كامرى (إيطاليا) : ٣ تلسكوبات بصرية ، سبكتروهليوجراف ، كورونوجراف ، تلسكوب راديوى ؛ فيزياء الشمس .

مرصد الجامعة فى جوتنجن ومعهد أبحاث الشمس فى لوكارنو (إيطاليا) ؛ ٣٤ سم أستروجراف ، ٣٨/٥٠ سم شميدت عاكس ، منظار برجى ، فيزياء الشمس ، الفلك النجمى ، الفيزياء الفلكية النظرية .

مرصد هامبورج ، هامبورج برجى دورف : زوالى ، ٦٠ سم كاسر ، ٣٤ سم أستروجراف . ثلاثى ، ١٠٠ سم عاكس ، ٨٠/١٢٠ سم شميدت عاكس ، إتنين ٣٦/٤٢ سم شميدت عاكس ؛ فلك المواقع ، الفوتومترى ، الاسبكتروسكوبى ، الفيزياء الفلكية النظرية .

هانوفر محطة رصد المعهد العالى التكنولوجى : ١٨ سم كاسر ، ٢٧ سم عاكس ، ٢٥/٢٩ شميدت عاكس ؛ الفلك النظرى .

هايدلبرج كونجز شتول (٥٧٠ م ف ز م) زوالى ، بصرى ٣٣ سم كاسر ، ٤٠ سم أستروجراف مزدوج ، ٧٢ سم عاكس؛الفلك ، الكويكبات ، الفوتومترى ، الاسبكتروسكوبى ، ومادتى ما بين النجوم والكواكب وكذلك أبحاث خارج المجره .

معهد ماكس بلانك للفلك بهايدلبرج وله محطة أرصاد فى كالار آلتو بأسبانيا (٢١٦٠ م ف.م) مزوده بمناظير ؛ ١٫٢ م . ٢٫٢ م . ٣٫٥ م علاوة على منظار شميدت كبير. والمعهد يهتم بجميع فروع دراسات الفلك .

هايدلبرج معهد الحساب الفلكى : الحوليات الفلكيه والميكانيكا السماويه والفيزياء الفلكيه النظريه .

كيل ، مرصد الجامعه : راديوى ؛ الفيزياء الفلكيه النظريه ، والاشعاع الراديوى للشمس .

ميونخ ، مرصد الجامعه ، مرصد فيندل شتاين (١٨٤٧ م ف.م) : زوالى ، ٢٨ سم كاسر ، ٣٤/ ٣٩ سم شميدت عاكس ، منظار برجى ، سبكتروهليوجراف ، كورونوجراف ؛ القياسات الفلكيه ، وأرصاد الشمس ، والفلك النظرى . ميونخ معهد ماكس بلانك للفيزياء والفيزياء الفلكيه ، ومعهد العلاقات الأرضية وغير الأرضية ؛ فيزياء الشمس ، مادة ما بين الكواكب ، الفيزياء الفلكيه النظرية ، والأبحاث خارج الأرض .

مونستر ، مرصد الجامعه : الفلك النظرى .

تيبنجن ، المعهد الفلكى : ٣٠ سم كاسر ، ٣٠ م راديوى ، ٧ م راديوى ؛ فوتومترى ، فلك راديوى ، الفيزياء الفلكيه النظريه ، والأبحاث خارج الأرض .

فورتزبورج ، المعهد الفلكى والمرصد : ٢٠/٢٥ شميدت عاكس ؛ فوتومترى .

بعض المراصد الأجنبية :

ألما أتا (الاتحاد السوفيتى) مرصد أكاديمية العلوم بكازاخستان (١٤٥٠ م ف . م) : ٥٠/ ٦٧ سم ماكسوتوف عاكس ، كورونوجراف ؛ فيزياء الشمس والفيزياء الفلكيه النظريه .

بيوراكان (الاتحاد السوفيتى) ، مرصد أكاديمية العلوم الأرمينيه (١٥٠٠ م ف . م) : ١٠٠/ ١٥٠ سم شميدت عاكس ، فوتومترى ، الفيزياء الفلكيه النظريه ، المجموعات النجوميه .

بروكسل أو كلى (بلجيكا)، المرصد الملكى البلجيكى: زوالى، بصرى ٤٥ سم كاسر، ٤٠ سم أستروجراف مزدوج، ٨٤/ ١٢٠ سم شميدت عاكس ؛ الفلك، الفيزياء الفلكيه النظريه.

كامبردج («ماساشوسيتس» الولايات المتحده الأمريكيه)، مرض هارفارد، المرصد الراديوى فورت ديفس (تكساس): ٢٨ سم كاسر، ٤١ سم أستروجراف، ١٥٤سم عاكس، ٢٦ م راديوى ؛ سبكتروسكوبى، متغيرات، فيزياء فلكيه نظريه، فلك راديوى. كاراكاس (فنزويلا)، مرصد كاياجال (١٠٤٠م ف.م): زوالى، بصرى ٦٥ سم، كاسر، ٥١ سم أستروجراف مزدوج، ١٠٠سم عاكس، ١٠٠/ ١٥٢ شميدت عاكس ؛ القياسات الفلكيه، الفوتومترى والاسبكتروسكوبى. سيروتولولو (شيلى)، المرصد الدولى الأمريكى (٢٤٠٠ م ف.م): ٩٠ سم عاكس، ١٥٠سم عاكس، ٤٠٠سم عاكس ؛ الفوتومترى والاسبكتروسكوبى.

كاستل جاندولفو (إيطاليا)، مرصد الفاتيكان: ٤٠ سم أستروجراف، ٨٤ / ٩٨ سم.

شميدت عاكس ؛ والفوتومترى والاسبكتروسكوبى والمتغيرات.

كوردوبه (الأرجنتين)، المرصد القومى، المرصد الجبلى بوسك اليجرو (١٢٥٠ م ف. م): زوالى، ١٥٤سم عاكس ؛ القياسات الفلكيه، الفوتومترى والاسبكتروسكوبى.

فلاج ستف (أريزونا، الولايات المتحده). مرصد لوفل، مرصد نافل (٢٢٠٠ م ف. م): بصرى ٦١سم كاسر، ١٠٧ سم عاكس، ١٠٢سم عاكس، ١٥٥ عاكس ؛ الفوتومترى. الاسبكتروسكوبى، مجموعة الكواكب.

فورت ديفز (تكساس ـ الولايات المتحده الأمريكيه)، مرصد ماكدونالد (٢١٠٠ م ف. م): ٩١ سم عاكس. ٢٠٨ سم عاكس، ٢٧٣ سم عاكس ؛ فوتومترى وإسيكتروسكوبى.

جرين بانك (غرب فرجينيا بالولايات المتحده الأمريكيه)، المرصد القومى للفلك الراويوى: إثنين ٢٦ سم راديوى، ٤٣م راديوى، ٩١م راديوى، مقياس تداخل راديوى ؛ الفلك الراديوى.

جرينتش (إنجلترا) المرصد الملكى، مرصد هرست مونسو: ٢ زوالى، بصرى ٧١سم كاسر، فوتوغرافى ٦٦ سم كاسر، ٩٣ سم عاكس، سبكترهليوجراف ؛ القياسات الفلكيه، سبكتروسكوبى، فيزياء الشمس، الفزياء الفلكيه النظريه.

جودريل بانك (إنجلترا) ؛ مرصد راديوى يتبع جامعة مانشستر: ٧٦ م راديوى، ٢٤ × ٣٦ م راديوى، مقياس تداخل راديوى ؛ الفلك الراديوى كت بيك (أريزونا بالولايات المتحده الأمريكيه)، المرصد القومى (٢١٠٠ م ف. م):

٩١ سم عاكس، ٢١٣ سم عاكس، ٤٠٠ سم عاكس، منظار برجى ؛ فوتومترى، سبكتروسكوبى، وفيزياء الشمس.

كريم (الاتحاد السوفيتى)، المرصد الفيزيائى الفلكى لأكاديمية العلوم السوفيتيه،

المرصد الراديوى فى سيمايس: ٤٠ سم أستروجراف مزدوج، ٦٤ سم عاكس، ١٢٢سم عاكس، ٢٦٤ سم عاكس، منظار برجى، ٢٢ م راديوى ؛ فوتومترى، سبكتروسكوبى، فيزياء الشمس والفيزياء الفلكيه النظريه.

لاسيلا (شيلى) المرصد الأوربى الجنوبى (٢٤٠٠ م ف. م): ١٠٠ سم عاكس، ١٥٠ سم عاكس، ١٠٠/١٥٨ سم شميدت عاكس، ٣٥٠ سم عاكس ؛ الفوتومترى، والإسبكتروسكوبى.

مونت بالومار (كاليفورينا ـ الولايات المتحده الأمريكيه) مرصد معهد كاليفورينا التكنولوجى (١٧٠٠ م ف. م) : ١٢٢ /١٨٣ سم شميت عاكس، ٥٠٨ سم عاكس؛ الفوتومترى، والاسبكتروسكوبى، والمجموعات النجوميه، والفيزياء الفلكيه النظرية.

مونت ستروملو (بجوار كانبيرا ـ إستراليا) مرصد الكومن ويلث (٧٧٠ م ف م) : فوتوغرافى ٦٦ سم كاسر، ٥٠ /٦٥ سم شميدت عاكس، ١٠٢ سم عاكس، ١٢٧ سم عاكس، ١٨٨ سم عاكس؛ الفوتومترى والاسبكتروسكوبى.

مونت ويلسون (كاليفورنيا ـ الولايات المتحده الأمريكيه) مرصد معاهد كارنيجى وواشنجتون وكاليفورنيا للتكنولوجيا (١٧٤٠ م ف.م) : ١٥٢ سم عاكس، ٢٥٤ سم عاكس، ٢ منظار برجى، سبكتروهليوجراف؛ الفوتومترى والإسبكتروسكوبى وفيزياء الشمس والمجموعات النجوميه والفيزياء الفلكيه النظريه.

أندريوف (تشيكوسلوفاكيا) مرصد أكاديمية العلوم التشيكيه : ٦٥ سم عاكس، ٢٠٠ سم عاكس، سبكتروهليوجراف؛ الفوتومترى، مادة ما بين الكواكب، فيزياء الشمس، والفيزياء الفلكيه النظريه.

باريس (فرنسا)، المرصد القومى، مرصد ميدون بجوار باريس، المرصد الراديوى نانساى: زاوالى، بصرى ٨٣ سم كاسر، فوتوغرافى ٦٢ سم كاسر، ١٠٠ سم عاكس، ٣ إسبكتروهليوجراف، ٣٠٠ × ٣٥ م راديوى؛ القياسات الفلكيه، والفوتومترى، والاسبكتروسكوبى وفيزياء الشمس والفيزياء الفلكيه النظريه والفلك الراديوى. بلكوفو (بجوار لينينجراد ـ الاتحاد السوفيتى) المرصد الرئيسى لأكاديمية العلوم السوفيتيه، مرصد نيكولاييف، مرصد الشمس كيسلوفودسك : ٢ زوالى، بصرى ٦٥ سم كاسر، ٢ سبكتروهليوجراف، ١٢٠ × ٣ م راديوى؛ القياسات الفلكيه، والمتغيرات، وفيزياء الشمس، والفيزياء الفلكيه النظريه، والفلك الراديوى.

سانت ميخائيل (فرنسا)، مرصد هوتى بروفنس : ١٠٠ سم عاكس، ١٢٠ سم عاكس، ١٩٣ سم عاكس؛ الفوتومترى والاسبكتروسكوبى.

سالتسيوبيدن (بالقرب من ستوكهولم، السويد)، مرصد الأكاديميه الملكيه السويديه، مرصد الشمس فوق كابرى (إيطاليا) : فوتوغرافى ٦٠ سم كاسر، بصرى ٥٠ سم كاسر، ٤٠ سم أسطروجراف، ٦٥ / ١٠٠ سم شميت عاكس، ١٠٢ سم عاكس، سبكتروهليوجراف؛ الفوتومترى، الاسبكتروسكوبى، الفيزياء الفلكيه النظريه وفيزياء الشمس.

شماشا (بالقرب من باكو بالاتحاد السوفيتى)، مرصد أكاديمية العلوم الأزربيجانيه (١٦٠٠ م ف.م) : ٦٠/٩٠ سم شميدت عاكس، ٢٠٠ سم عاكس؛ الفوتومترى، الفيزياء النجوميه.

زيلن تشوكسكيا (القوقاز بالإتحاد السوفيتى)، مرصد أكاديمية العلوم السوفيتيه (١٨٣٠ م ف. م) : ٦٠٠ سم عاكس.

طوكيو (اليابان)، المرصد الفلكى بطوكيو : زوالى، ٩١ سم عاكس، ١٨٨ سم، عاكس، منظار برجى، إسبكتروهليوجراف؛ القياسات الفلكيه، والميكانيكا السماويه، وفيزياء الشمس، والفيزياء الفلكيه النظريه.

ويليامزباى (ويسكونسين ـ الولايات المتحده الأمريكيه)، مرصد ييركس : بصرى ١٠٢ سم كاسر، ١٠٠ سم عاكس، ١٠٤ سم عاكس؛ الفوتومترى، الإسبكتروسكوبى، والفلك النظرى والفيزياء الفلكيه النظريه.

زيورخ (سويسرا)، مرصد أيدجنوز لوكارنو - مونتي ومرصد أروزا تشوجن (٢٠٥٠ م ف. م): زوالى، ٤٢ سم أستروجراف، ٣٤ سم كاسر، وأجهزه لأرصاد الشمس، فيزياء الشمس.

حلوان والقطاميه، معهد الأرصاد بحلوان: ٣٠ بوصه عاكس، ٧٤ بوصه عاكس، ٦ بوصه كاسر، سيلوستات، فيزياء الشمس، الفوتومترى، الإسبكتروسكوبى، الأقمار الصناعيه، فيزياء النجوم.

قسم الفلك بكلية العلوم جامعة القاهرة: ٦ بوصه عاكس، الفيزياء الفلكيه النظريه، وفيزياء الشمس، والفوتومترى، والاسبكتروسكوبى، ومادة ما بين النجوم، والميكانيكا السماويه، والكسمولوجى.

مرصد الجزائر

alger observatory
observatoire d'Alger *(sm)*
Alger - Sternwarte *(sf)*

فى العقد الأخير من القرن التاسع عشر أقام الفرنسيون مرصد الجزائر الفلكى فوق ربوة بضاحية بوزريعه بمدينة الجزائر، وزوده بأستروجراف ومنظار كوديه. وقبل الإستقلال أقيم به منظار راديوى طيفى، لم يستخدم بعد فى الغرض الذى أقيم من أجله. وقد ساهم الأستروجراف فى أرصاد المناطق المختاره وخريطة السماء ضمن شبكة من المناظير المماثله فى بداية القرن العشرين. وما تزال أجهزة المرصد ومكانه صالحين للرصد. كما أن بالمرصد مكتبة ضخمة تضم كتبا ودوريات عديده بين قديم وحديث.

مرصد حلوان

Helwan observatory
observatoire d'Helwan *(sm)*
Helwan - Sternwarte *(sf)*

هو ← المرصد الموجود فى ضاحية حلوان بالقرب من القاهرة.

مرصد ريمايس

Remeis observatory
observatoire de Remeis *(sm)*
Remeis - Sternwarte *(sf)*

هو ← المرصد الموجود فى بامبرج.

مرصد سمايس

Semeis observatory
observatoire de Simeis *(sm)*
Simeis - Sternwarte *(sf)*

← مرصد.

مرصد شعبى

popular observatory
observatoire populaire *(sm)*
Volks - Sternwarte *(sf)*

← مرصد.

مرصد القطامية

Kottamia observotory
observatoire du Kottamia *(sm)*
Kottamia - Sternwarte *(sf)*

← المرصد التابع لأكادمية العلوم بجمهورية مصر العربية.

مرصد كِرِم

Krim observatory
observatoire du Krim *(sm)*
Krim - Sternwarte *(sf)*

بكسر الكاف والراء هو ← المرصد المعروف فى سيايز وبارتيزان سكوى، بالإتحاد السوفتى.

مرصد ليك

Lick observatory
observatorie du Lick *(sm)*
Lick - Sternwarte *(sf)*

هو ← المرصد الشهير فوق قمة هاميلتون بالولايات المتحدة الأمريكية.

مرصد مدرسى

school observatory
observatoire scolaire *(sm)*
Schulsternwarte *(sf)*

← مرصد.

مرصد هارفارد

Harvard observatory
observatoire d'Harvard *(sm)*
Harvard - Observatorium *(sn)*

← مرصد .

مرصد هال

Hale observatory
observatoire d'Hale *(sm)*
Hale - Observatorium *(sn)*

منذ ١٩٧٠ إسم المراصد فوق جبل مونت ويلسون ومونت بالومار .

مرصد يركس

Yerkes observatory
observatoire du Yerkes *(sm)*
Yerkes - Observatorium *(sn)*

هو ← المرصد المعروف فى كامبردج (بالولايات المتحدة الأمريكية) .

مرقب طيف النتوءات الشمسية

Prominence spectroscope
spectroscope des protubérances *(sm)*
Protuberanzenspektroskop *(sn)*

إحدى الآلات المستخدمة فى ← أرصاد الشمس .

المركبة -F

F. Corona
couronne - F *(sf)*
F - Komponente *(sf)*

هى الجزء من ← الكورونا الشمسية الذى له طيف مستمر وتظهر فيه خطوط فراونهوفر كما فى طيف الشمس .

المركبة -K

K - Corona
couronne - K *(sf)*
K - Komponente *(sf)*

هى الجزء من ← الكورونا الشمسية الذى له طيف مستمر تماما .

مركبة الكلف الشمسى

spots component
composant des taches *(sm)*
Fleckenkomponente *(sf)*

مركبة بطيئة التغير من الإشعاع الراديوى القادم من ← الشمس .

المركبة - L

L - Corona
couronne - L *(sf)*
L - Komponente *(sf)*

هى الجزء من ← الكورونا الشمسية الذى يتكون طيفه من خطوط إنبعاث .

مركز نشاط

center of activity
centre d'activité *(sm)*
Aktivitätszentrum *(sn)*

أصل مكان لظواهر مختلفة من ← النشاط الشمسى .

مركزى الأرض

geocentric
géocentrique
geozentrisch

منسوب إلى الأرض كمركز .

مركزى الشمس

heliocentric
héliocentrique
heliozentrisch

منسوب إلى الشمس كمركز .

المريخ

Mars
Mars *(sm)*
Mars *(sm)*

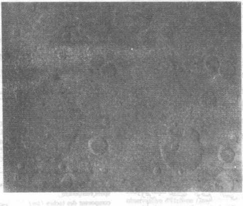
هو أقرب الكواكب الخارجية إلى الأرض ، ويرمز له بالرمز ♂ . يتحرك المريخ بسرعة متوسطة حوالى ٢٤٫١٤ كم/ث ويدور حول الشمس مرة كل ١٫٨٨ سنة . وإهليجية مدار المريخ ٠٫٠٩٣٤ وهى أكبر ٥ مرات من نظيرتها لمدار الأرض الذى يميل على مدار المريخ بحوالى ١٫٨° . ويتأرجح بعد المريخ عن الشمس من ١٫٣٨ وحدة فلكية فى الحضيض إلى ١٫٦٧ وحدة فكية فى الأوج . وتبلغ المسافه فى المتوسط ١٫٥٢٤ وحدة فلكية . كما يتفاوت بعده عن الأرض ، حسب الوضع النسبى للكوكبين فى مداريهما ، من ٥٥ إلى ٤٠٠ مليون كم . وتبعا لذلك يتغير القطر الظاهرى للمريخ من أكبر قليلا عن ٣″ إلى ٢٥ . وبعد المريخ عن الأرض أقل ما يكون عندما

يتواجد المريخ فى الإستقبال من حضيض مداره ، وبذلك يصير أقرب ما يكون إلى مدار الأرض . ومثل هذه الإستقبالات المناسبة جدا للأرصاد تتكرر كل ١٦ سنة فى المتوسط ، أما التالية فسوف تحدث فى سبتمبر ١٩٨٨ (أنظر الجدول » .

إستقبالات المريخ

التاريخ	المسافة بين المريخ والأرض (بالمليون كم)
١٩٧١/٨/١٠	٥٦,٢
١٩٧٣/١٠/٢٥	٦٥,٢
١٩٧٥/١٢/١٥	٨٤,٦
١٩٧٨/١/٢٢	٩٧,٧
١٩٨٠/٢/٢٥	١٠١,٣
١٩٨٢/٣/٣١	٩٥,٠
١٩٨٤/٥/١١	٧٩,٥
١٩٨٦/٧/١٠	٦٠,٤
١٩٨٨/٩/٢٨	٥٨,٨
١٩٩٠/١١/٢٧	٧٧,٣

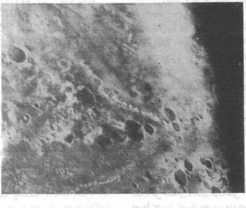
يتبع التأرجح فى بعد المريخ تغييرا فى اللمعان يبلغ حوالى ٥ أقدار ، هى بالتحديد من القدر+ ٢ إلى القدر –٣ . وفى أثناء أقصى لمعانه يكون المريخ ألمع بكثير من الشعرى اليمانية ، ألمع نجوم السماء . وللمريخ أطوار ، إلا أن ما ينتج عن ذلك من تارجح فى اللمعان أقل بكثير منه فى حالة الكواكب الداخلية وذلك لأن زاوية الطور (← الطور) لا تأخذ إلا قيما صغيره . يبلغ متوسط عاكسية المريخ ١٦ر٠ ، أى نصف عاكسية الأرض ، وإن كانت عاكسية المريخ متباينه لأجزاء السطح المختلفة ، الأمر الذى يؤدى إلى تباين فى اللمعان بدوران الكواكب . وتزيد فترة دوران المريخ بمقدار ٤١ دقيقة عن فترة دوران الأرض حول نفسها ؛ ويتسبب ميل خط إستواء المريخ على مداره ، والذى يبلغ ١٢َ ٢٥ْ ، فى إختلاف الفصول كما هو الحال على الأرض ، إلا أن أطوالها تبلغ ضعف أطوال الفصول على سطح الأرض نظرا لطول الفترة الزمنية التى يستغرقها المريخ فى دورانه حول الشمس عما تستغرقه الأرض .



١ لقطة لسطح المريخ بن صور المختبر المريخى ماربر ٦ التى إلتقطها من على بعد حوالى ٣٦٠ كم . أما النقط السوداء الصغيرة الموزعة بانتظام فتمثل شبكة خاصة بالارسال التليفزيونى .

المريخ أصغر بكثير وأكثر فى فلطحته عن الأرض ، فقطره الإستوائى يبلغ ٥٣٪ من قطر الأرض الإستوائى ، أى ٦٨٠٠ كم ، بينما قطره القطبى أصغر من ذلك بحوالى ٩٠ كم . وكتلة المريخ تبلغ ١٠٧ر٠ فقط من كتلة الأرض وكثافته المتوسطة ٣,٩٥ جم/سم^3 ، أى أصغر من الكثافة المتوسطة للأرض ، وعلى ذلك فإن عجلة الجاذبية عند سطح المريخ تبلغ فقط ٣٨٪ من قيمتها على سطح الأرض . ولايتعدى مجال المريخ المغناطيس أكثر من ١/٣٠٠ من المجال المغناطيسى الأرضى .

الغلاف الجوى : ــ تتسبب عدم قدرة عجلة الجاذبية الصغيرة على الإحتفاظ بهالة غازية كثيفة فى أن يكون الغلاف الجوى للمريخ رقيقا نسبيا ، حيث تصل كثافته عند السطح حوالى ٠٦ر٠٪ من كثافة جو الأرض وذلك حسب نتائج أبحاث مستكشفات المريخ التى تم إرسالها إليه ، إلا أن إمتداد غلاف المريخ يقارن بمثيله للأرض لأنه غير مضغوط نتيجة صغر قوة الجاذبية الذى يعمل على أن تقل الكثافة إلى أعلى ببطىء . وقد أمكن تعيين إرتفاع الغلاف الجوى المريخى من الصور المأخوذة له بالمرشحات الضوئية الزرقاء والحمراء . فأشعة الشمس الزرقاء ، أى قصيرة الموجة ، ترتد من طبقات المريخ العليا بينما الأشعة الحمراء ذات الموجات الطويلة يمكنها النفاذ بدون عائق تقريبا . لذلك فإننا نحصل على كوكب فى الصورة الحمراء أصغر منه فى الصورة الزرقاء التى توجد فيها أجزاء من جو الكوكب على جانبى قرصه . وهناك طريقة أخرى لقياس كثافات الطبقات العليا من الغلاف الجوى للمريخ وذلك عن طريق رصد الإضمحلال والتغيير الحادث فى ذبذبات الإشارات الراديوية من مستكشفات المريخ أثناء طيرانها وإختفائها أو ظهورها خلف قرص الكوكب . وقد إتضح من ذلك أن المريخ محاط بطبقة أيونوسفير يصل إرتفاعها إلى حوالى ١٣٠ كم فوق السطح . وعموما فإن الغلاف الجوى رقيق لدرجة أن الإشعاع فوق



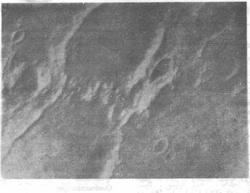
٢ منطقة القطب الجنوبى لكوكب المريخ كما صورها مختبر المريخ مارنير ٧ . ويمر حد الظل عمودياً بالقرب من حافة الصورة اليمنى . ويتضح بالصورة تركيبات كثيرة ممتدة أو على شكل بقع يحتمل أن تكون تكوينات من ثلوج أكسيد الكربون .

البنفسجي القادم من الشمس يمكنه الوصول إلى سطح الكوكب.

يمكن تحديد التركيب الكيماوي الجوي المريخي عن طريق الأبحاث الطيفية إما من الأرض أو من مستكشفات الفضاء. وقد إتضح من ذلك أن المكون الأساسي هو ثاني أكسيد الكربون. كما يوجد أيضا أكسيد الكربون وكذلك كميات قليلة من الهيدروجين والأكسجين في صورة ذرية. ويحتوي بخار الماء أقل بقليل عن ٤ر٠٪ مما هو موجود في جو الأرض. وحتى الآن لم يمكن الإستدلال على جزيئات النيتروجين، فعلى النقيض من المزاعم السابقة لا يمكن أن يكون وجوده إلا بكميات قليلة جدا.

تعوق رؤيتنا لقرص المريخ من على سطح الأرض دائما عوائق مختلفة. فأحيانا تحدث غشاوة زرقاء أو بيضاء تختفي في أغلب الأحيان عندما تكون الشمس على إرتفاع عال. وقد تم تعليل تلك الغشاوة بتكوينات ضباب أو سحب في الغلاف الجوي. ولم يتضح من التصوير بالمستكشفات أي إضمحلال للأشعة في جو المريخ، بحيث أن ظاهرة الغشاوة يحتمل أن تكون راجعة إلى عمليات غير معروفة السبب فوق السطح.

السطح: ـ يسمح الغلاف الجوي الرقيق بالنظرة الحرة على السطح، الأمر الذي جعل تضاريسه الكبيرة مألوفة منذ وقت طويل. وبالطريقة الضوئية لم يتم التحقيق من وجود إرتفاعات كبيرة. إلا أنه أمكن بمساعدة تكنيك الرادار (← طريقة صدى الراديو) الإستدلال على وجود فروق في الإرتفاعات بين مناطق بعينها على السطح. ويمكننا من على سطح الأرض التمييز بين تفاوت في اللمعان وتداخل بين المناطق اللامعة والداكنة. وتفسير ذلك بالبحار والقارات لم يستمر طويلا. لأن مثل هذه الكميات الكبيرة من الماء لا يمكن أن تكون موجودة على سطح المريخ وإلا إنعكست أشعة الشمس بصورة لا تتفق مع ما نشاهده على الكوكب. وبمساعدة مستكشفات المريخ التي تقوم بتصوير أجزاء من سطحه من على بعد ٣٢٠٠كم فقط، أمكن التحقيق من أن المريخ مليء بالفوهات مثل القمر. ويبلغ قطر أكبر الفوهات بضع مئات الكيلومترات وأصغرها التي رصدت حتى الآن ٣٠٠ م. كما تم إكتشاف الفوهات على السواء في كل من المناطق اللامعة والداكنة ويشبه كبير بين فوهات المريخ وفوهات القمر؛ فبعضها له على سبيل المثال جبال مركزيه. ومن ناحية أخرى فإن فوهات المريخ أكثر ضحالة وأقل ميلا ولا توجد فوهات ثانوية أو مجموعات شعاعية. ويمكن أن يكون ذلك راجعا لعوامل التعرية وللظواهر الجوية على سطح المريخ. ومن البديهي أن يحتل المريخ مكانا وسطا بين الأرض والقمر الذي تغيب فيه كل الظواهر الجوية. ويحتمل أن تكون المناطق دائمة اللمعان وذات اللون الأصفر المحمر، التي تعطى الكوكب لونه، مناطق صحراوية. ومع هذه المناطق تتشابك (بأعلى درجة عند خط الإستواء) مناطق أكثر دكانة، يتغير لونها مع فصول السنة؛ فنراها أثناء صيف المريخ بلون أخضر مطفى بينما يميل لونها في الشتاء إلى البني. ويمكن أن يعلل ذلك بأنه إشارة إلى أن هذه المساحات مغطاة بالنباتات الفطرية، فمثل هذه الكائنات الحية هي فقط التي يمكنها النمو تحت الظروف العادية للحياة على سطح المريخ. مثل نقص محتوى الأكسجين في الغلاف الجوي وإنعدام الماء تقريبا وإختفاء النيتروجين وكذلك الحماية الضعيفه التي يصنعها غلاف المريخ الجوي ضد الإشعاع فوق البنفسجي من الشمس. ويبدو أن وجود حياة راقيه على سطح المريخ تحت الظروف السائده فيه أمرا مستحيلا. وأكثر ما يلفت النظر في سطح المريخ هما الطاقيتين القطبيتين، وهاتان عباره عن منطقتين لامعتين حول قطبي المريخ يتأرجح إتساع كل منهما مع إختلاف فصول السنة. وتتكون هاتين الطاقيتين، كما يتضح من الأرصاد الطيفيه لمستكشفات المريخ، من ثاني أكسيد الكربون



٣ صورة لفوهتين متجاورتين فى منطقة القطب الجنوبى لكوكب المريخ إلتقطتها ماريز ٧ . وكلا الفوهتين يمكن التعرف عليها فى الصورة ٢ الى اليمين من المركز بجوار حدود الظل . وتبلغ مساحة الصورة على سطح المريخ حوالى ١١٠ × ٣٠٠ كم مربع .

المتجمد ، الذى يتطاير سريعا فى الصيف .

درجة الحرارة : ـ من الطبيعى أن تخضع درجة الحراره للتغيرات اليوميه وكذلك فى فصول السنة . وبسبب أن الغلاف الجوى الرقيق لا يكاد يعمل على توازن بين الإشعاع الداخل والخارج عن طريق إضعاف أى منها فإنه يوجد فروق كبيره فى درجة الحراره . وأقل درجة حراره قدرت للطاقية القطبيه هى حوالى ـ ١٢٠° م . ولهذه المنطقه ترتفع درجة الحراره بعد ذوبان الجليد إلى ـ ١٥° م . وبالقرب من خط الإستواء تصل درجة الحراره ظهرا بين + ١٥ إلى +٢٠°م بينما يعمل الاشعاع الليلى من المريخ على أن تنخفض درجة الحراه إلى بين ـ ٤٠ ، ـ ٧٠° م . كما أن المناطق القاتمه لها درجة حراره تزيد بحوالى ١٠° م عن المناطق الصحراويه . ويبلغ المتوسط السنوى لدرجة الحراره ـ ١٥° م أى حوالى ١٩° م أقل منه على الأرض .

قنوات المريخ : ـ فى عام ١٨٧٧ شاهد الفلكى الإيطالى «شياپارلى» مجموعة خطوط داكنه متقاطعه على سطح المريخ أطلق عليها اسم قنوات المريخ (مثل التقسيم القديم للمناطق الداكنه واللامعه بالقارات والبحار على سطح القمر) . وقد أعطى ذلك فرصة للزعم الذى لم ينتهى حتى الآن بوجود آدمين أذكياء فوق المريخ قامو ببناء مشروعات الرى هذه ، الشىء الذى لم يفكر فيه «شياپارلى» نفسه . ومن هنا أصبح المريخ أشهر الكواكب . ومن تحليل صور مستكشفات المريخ يستدل على أشكال شبيهه بالخطوط بتطبق بعض أجزاءها على ما نراه من الأرض كقنوات . كما أن بعض القنوات الأخرى تتكون من بقع داكنه موزعه عشوائيا إلا أنها تشاهد من على الأرض كما لو كانت على خط واحد . ولا تزال الحقيقه الطبيعيه حول وجود القنوات غير معروفه حتى الآن . إنظر أيضا ← الكواكب ، الجدول وكذلك : ← تابعى المريخ .

المزدوجات الفوتومتريه

photometric binary stars
binaires photormetriques *(pf)*
photometrische Doppelstrene *(pm)*

هى ← المتغيرات الكسوفيه .

المزوله

Quadrant

هى ← آلة فلكيه تاريخيه .

المزوله الرأسيه

Gnomon

← آله فلكيه تاريخيه .

المزوليات

Quadrantids
Quadrantids
Quadrantiden *(pn)*

هى ← تيار شهب .

المساحات المختاره

selected areas
aires choisies *(pf)*, aires de Kapteyn *(sf)*
Selected Areas, Kapteynische Eichfeldern *(pn)*

هى ← المناطق المختاره .

المسار الليلى

nocturnal arc
arc nocturne *(sm)*
Nachtbogen *(sm)*

هو الجزء من المسار الدائرى اليومى الظاهرى لجرم سماوى ، الذى يتواجد فيه تحت الأفق (الشكل ؛ ← حركات الأجرام السماويه) .

مسافة جرم سماوى

distance of the heaverly body
distance du corps céleste *(sf)*
Entfernung des Himmelskörpers *(sf)*

لتعين البعد بيننا وبين جرم سماوى يتم تطبيق كل من الطرق الهندسيه والطرق الفوتومتريه . وأهم الطرق الهندسيه ترتكز على حركة إختلاف منظر الجرم السماوى ، الناتجه عن دوران الأرض وحركتها حول الشمس . ويصلح الإختلاف اليومى للمنظر فى تحديد المسافات داخل المجموعه الشمسيه ، بينا يصلح الإختلاف السنوى للمنظر ، الناتج عن حركة الأرض حول الشمس ، لتعيين مسافات النجوم . ولمزيد من التفاصيل ← إختلاف المنظر .

تعطى أبعاد أجسام المجموعة الشمسية عنا عموما بالوحده الفلكيه ، أما أبعاد النجوم عنا فتعطى بالبارسك أو ← السنة الضوئيه .

المسافة السمتيه

zenith distance
distance zénithale *(sf)*
Zenitaldistanz *(sf)*

هى الزوايه المحصورة بين مكان نجم ما وسمت مكان الرصد ، وتقاس بالدرجات من صفر حتى ١٨٠° . والمسافه السمتيه على الأفق = ٩٠° وفى النظير = ١٨٠° . والمسافة السمتيه لأى نجم عبارة عن ٩٠° مطروحا منها إرتفاع النجم فوق الأفق .

مسألة حركة الأجسام الكثيره

many body problem
problème des plusieurs corps *(sm)*
Mehrkörperproblem *(sn)*

هى مهمة تعيين حركة عدد من الأجسام (أكثر من ثلاثه) تحت تأثير جذب كتلها المتبادل . وهذه المسأله ليست ممكنة الحل تماما .

مسألة (حركة) الجسمين

two body problem
problème de deux corps *(sm)*
Zweikörperproblem *(sn)*

هى مهمة حساب حركة جسمين واقعين فقط تحت تأثير قوة جذبهما المشترك . ويفترض فى ذلك أن يكون توزيع الكثافة فى داخل كل من الجسمين كروى متماثل . وفى هذه الحالة كل جسم منهما يؤثر على الجسم الآخر كما لو كانت كل كتلته متجمعة فى مركزه ، أى أنه يمكن فى هذه الحاله إعتبار الجسمين ككتلتين نقطيتين . وفى حالات إفتراض توزيعات أخرى للكثافة فى داخل الجسم يمكن عمل هذا التبسيط فقط ، عندما تكون المسافه بين الجسمين اللذان يجذبان بعضهما أكبر بكثير من أقطارهما . أما إذا كان لابد من أخذ توزيع الكثافه داخل الجسم فى

الاعتبار ، بسبب قرب المسافه ، فإن مهمة حساب حركة الجسمين تصبح أكثر تعقيدا .

وبالنسبه لأجسام المجموعة الشمسية فإننا نجد أن الأبعاد بينهما كبيره جدا ، وبالاضافة إلى ذلك فإن كل من الشمس والكواكب كروية الشكل تقريبا ، بحيث يمكن إعتبار الأجسام على شكل نقط تتبادل الجذب فيما بينها . ويوجد شذوذ عن ذلك فقط فى حالة توابع الكواكب وخصوصا قمر الأرض ، لأن أبعاد هذه الأجسام صغيره بالنسبه لكواكبها وبسبب ظهور تأثير فلطحة الكوكب إن وجدت .

فى أثناء حساب حركة جسمين حول بعضهما فإننا نعتبر عموما أحدهما ، الجسم الرئيسى ، ثابت . ويدور الجسم الآخر نسبيا حول الجسم الرئيسى ، ويظل مشدودا من الأخير بفعل قوة جذب الكتله . وقوة الجذب المؤثره هى حسب قانون الجاذبية لنيوتن متناسبه مع كتلتى الجسمين من جهه وفى تناسب عكسى مع مربع المسافه بينهما من جهة أخرى . فإذا ما عرفنا عند لحظة زمنيه ما مكان وسرعة الجسم الثانى مقدارا وإتجاها بالنسبه للجسم الرئيسى ، فإنه يمكن حساب مدار وموقع الجسم الثانى عند أى لحظة أخرى قادمة . وعلى وجه العموم فإننا نجد أن هذا الجسم يتحرك فى قطع مخروطى (دائره ، قطع ناقص ، قطع مكافئ أو قطع زائد) يحتل إحدى بؤرتيه الجسم الأساسى . وتوجد قاعده بالنسبه لسرعة الجسم فى المدار تعرف بقاعدة المساحه : يقطع الخط الواصل بين كلا الجسمين نفس المساحه فى الفترات الزمنيه المتساويه . وقاعدة الحركه هذه تنطبق على كلا الجسمين . لأنه يتساوى فى ذلك أيهما يتحرك حول الآخر . وتشمل تلك القاعدة ← قوانين كبلر كحاله خاصه . وإذا ما نسبنا الحركات إلى نظام إحداثيات ثابته نجد أن الجسمين يتحركان فى مدارات متشابهه بالنسبة لمركز ثقلهما المشترك .

ودراسة حركات ثلاثة أجسام أو أكثر تحت تأثر الجذب المشترك أصعب من ذلك بكثير (← مسألة حركة ثلاثة أجسام) .

مسألة حركة ثلاثة أجسام

three body problem
problème de trois corps *(sm)*
Dreikörperproblem *(sn)*

هى عباره عن تعيين الحركة لثلاثة أجسام تحت تأثير جاذبيتها . ومسألة حركة الثلاثة أجسام هى فرع رئيسى من فروع الميكانيكا السماويه وتعتبر الأجسام فى هذه الحاله كما فى حالة ← مسألة الجسمين نقطية الشكل أى أن كل منها لا يمثل حجم ما بل تتجمع كتلته فى نقطة . وبين هذه النقط تؤثر الجاذبيه حسب قانون نيوتن وعلى ذلك تتحرك الثلاثة أجسام فى مدارات حول مركز ثقلها المشترك.وإذا ما إفترضنا معرفة مكان وسرعة وإتجاه حركة الأجسام الثلاثة فى وقت معين لأصبح من الممكن كتابة معادلات رياضية (ثلاث معادلات من الدرجه الثانيه) تصف حركة أحد الأجسام تحت تأثير الجسمين الآخرين . ويلاحظ أنه فى حين يمكن حل المعادلات الرياضية تماما فى حالة جسمين فإننا نجد الحال غير ذلك فى حالة ثلاثة أجسام . بالاضافة إلى ذلك يمكن التدليل على أن وجود حل جبرى تام ومقفل لأماكن وسرعات الأجسام فى زمن معين غير ممكن إذا إخترنا المتغيرات المستقله فى المعادلات الرياضيه كالإحداثيات الكارتيزيه أو عناصر المدار كذلك ليس من الممكن أيضا إيجاد حل فى حالة ما إذا كانت كتلة أحد الأجسام صغيرة جدا بالمقارنه بالكتلتين الأخريتين ومن غير المعروف ما إذا كان هناك حل تام فى حالة إستعمال متغيرات أخرى .

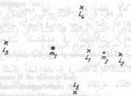
هناك ثلاثة قواعد عامه لحركة ثلاثة أجسام تنتج من القواعد الرئيسيه لحركة هذه الأجسام :

١ ـ قاعدة مركز الثقل : مركز الثقل المشترك للثلاثة أجسام يظل فى حالة سكون أى يتحرك فى خط مستقيم وبسرعة منتظمه .

٢ ـ قاعدة المساحه : حاصل ضرب الكتله والسرعه الزاويه عباره عن ثابت .

٣ ـ قاعدة الطاقه : مجموع طاقة الحركة وطاقة الوضع للثلاثة أجسام ثابت .

مدارات التعادل (التحرر) : فى بعض الحالات يمكن ، كما أوضح «لاجرانج» عام ١٧٧٢ ، إيجاد حل متكامل لحركة الثلاثة أجسام . وهذا هو الحال على سبيل المثال إذا وجد أحد الأجسام الثلاثه فى أى من نقط التعادل الخمسه L_1 حتى L_5 للجسمين الآخرين . والنقط L_3, L_2, L_1 تقع على الخط الموصل بين الجسمين الرئيسيين m_2, m_1 . ومواقع هذه النقط يتحدد من النسبه بين الكتلتين . وفى أثناء حركة الثلاثة أجسام حول مركز الثقل المشترك ، لا تتغير أبعادها بالنسبه لبعضها البعض . وذلك لأن هذه الأجسام تتحرك فى مدارات متماثلة ، تظل النسبه بين أبعادها ثابته . أما نقطتى التعادل الباقيتين فتصنعان مع الكتلتين m_2, m_1 مثلثات متساوية الأضلاع ويمكن التحقق من مثل هذا الثبات فى نسب المسافات بالحل القاطع لحركة الثلاثة أجسام . يسمى المدار الذى يصنعه الجسم الثالث بمدار التعادل



موضع نقط التحرر L_1 ..... L_5 بالنسبة لوضع كل من الكتلتين m_2, m_1 .

(التحرر) . فإذا لم يتواجد الجسم الثالث فى أحدى نقط التعادل وإنما بالقرب منها فمن الممكن أن يصنع هذا الجسم حركة دوريه صغيره حول هذه النقطه . والشروط خاصة جدا بالنسبه لكل من النقط L_3, L_2, L_1 أما بالنسبه للحركه حول النقطتين L_5, L_4 فإنه يكفى أن تكون كتلة الجسم الثالث صغيره بالنسبه للجسمين الأول والثانى وأن يكون إحدى هذين الجسمين أصغر من الآخر ٢٥ مره . وإذا ما تدخلت أجسام أخرى فى المجموعه بالعمل على إضطراب حركتها فإن المدارات حول L_5, L_4 فقط تصبح مستقره . ويمكن أن تبقى m_3 دائما قريبا منها . هذا فى الوقت الذى تكون فيه المدارات حول L_3, L_2, L_1 غير مستقره فتبتعد m_3 دائما بمرور الوقت عن هذه النقط .

وعلى الرغم من أن الشروط لوجود جسم ثالث فى إحدى نقط تعادل جسمين أو حركته بالقرب من أيهما تعتبر خاصة إلا أنه وُجدت أجسام فى داخل النظام الكوكبى ، تقع بالقرب من نقطتى التعادل L_4 ، L_5 لكل من الشمس والمشترى . وهذه الأجسام عباره عن مجموعه من الكويكبات ، ← التروبانات .

الحركة المحدوده للثلاثة أجسام : هى حالة خاصة أخرى من حركة الثلاثة أجسام عرَّفها «جاكوبى» من قبل : جسمان m_2, m_1 يتحركان حسب قوانين حركة جسمين فى مدارات دائرية حول مركز الثقل المشترك . وكتلة الجسم الثالث m_3 صغيره لدرجة الإهمال ، أى لا تؤثر فى حركة كل من m_2, m_1 وتتحرك فى مستوى حركتيهما . وفى هذه المسأله أيضا لا يمكن تماما إستنتاج حركة الجسم الثالث ، وإنما يمكن إيجاد الحل فقط بواسطة التكامل العددى ولفترة زمنيه محدوده . فإذا ما عاد الجسم الثالث لمكان إنطلاقه الأول بعد فترة ما ، أى أن الحركه تحت نفس الظروف دوريه ، فإنه يمكن إستنتاج حركة هذا الجسم لجميع الأزمان .

بصرف النظر عن الحلول الرياضيه التامه لمدارات الأجسام وكذلك عن إمكانية حساب أماكن وسرعات الثلاثة أجسام بدون معرفة بحركتها السابقة ، أصبح من الممكن بواسطة تكاملات عدديه وعلى مراحل تعيين تأثير عدد كبير وإختيارى من الكتل مع

حركة الإجسام المنفرده وذلك عن طريق حسابات الإضطراب.

مسألة كبلر

Kepler problem

هى ← مسألة حركة الجسمين.

المسأله المحدوده

restricted problem
problème restreant (sn)
Probleme - restreant (sn)

هى ← مسألة حركة الثلاثة أجسام.

مسألة حركة عديد من الأجسام

many body problem
problème des plusieurs corps (sm)
Merkörperproblem (sn)

هى ← مسألة حركة الأجسام الكثيرة.

المستكشف

finding telescope
chercheur (sm)
Sucherfernrohr (sn)

هو ← منظار صغير ذو حقل رؤية واسع.

المستقر

Apex
apex (sm)
Apex (sm)

هو النقطة التى تسعى إليها مجموعة من النجوم خلال حركتها ومثال ذلك ما يحدث فى الحشود النجوميه المتحركه أو تيارات النجوم فى السماء وكذلك مستقر حركة الشمس.

مستوى (الطاقه)

level
niveau (sm)
Niveau (sm)

هو إصطلاح فى الفيزياء الذرية يقصد به حالة طاقة معينه ، ← تركيب الذره.

المستوى الأساسى

fundamental plane
plan fondamental (sm)
Inertialsystem (sn)

هو ← مستوى الخمود.

المستوى البؤرى

focal plane
plan focal (sm)
Brennebene (sf)

← المنظار.

مستوى الخمود

ground state
état normal (sm)
Grundzustand (sm)

هو اوطى مستوى طاقه يوجد عليه إليكترون فى حالة الذره ؛ ← تركيب الذره.

مسطرة إختلاف المنظر

Triqueturm

هى ← آلة فلكيه قديمه.

مسطرة النقاش

Norma, Nor (L)
norma
equerre (sf), règle (sf)
Winkelmass (sn)

إحدى كوكبات نصف الكره السماويه الجنوبى الواقعه فى سكة التبانه ونشاهدها فى ليالى الشتاء.

المسلسلات

Andromides
andromides (pf)
Andromeden (pf)

هى وابل من النيازك يظهر بين الثامن عشر والسادس والعشرون من نوفمبر ويبلغ درجته القصوى فى ٢٣ نوفمبر ويقع مركزه فى كوكبة المرأه المسلسله. وقد نشأ هذا الوابل من ← مذنب بيلى ونتج عنه فى الأعوام ١٨٧٢ ، ١٨٨٥ ، ١٨٩٢ ، ١٨٩٩ سقوط شهب كثيره. وأخيرا نقص تساقط الشهب من المذنب إلى ١٠٠ لكل ساعه ويستمر دائما فى النقصان. وحديثا يسقط من المسلسلات فقط قليل من الشهب.

مسى (مسيه)

Messier

(١) هو تشارلس مسى الفلكى الفرنسى المولود بتاريخ ٢٦ إبريل ١٧٤٠ فى باريس والشهير بإصداره مصنف مسى للنجوم والبقع السديميه والحشود

بعض الأُجسام فى مصنف مسى

M1	سديم أبوجلمبو
M3	الحشد الكروى فى كوكبة كلاب الصيد
M19	الحشد الكروى فى كوكبة الجاثى
M27	سديم هتل فى كوكبة الثعلب
M31	سديم المرأه المسلسله
M33	سديم المثلث
M42	سديم الجبار
M44	نجوم المعلف (النثره)
M51	مجموعة نجوميه فى كوكبة كلاب الصيد
M57	سديم حلقى فى كوكبة السلياق
M67	أقدم حشد مفتوح (فى برج السرطان)
M47	سديم البومه فى كوكبة الدب الأكبر

النجوميه (← المصنفات النجوميه) . وتستعمل أرقام هذه الإجسام فى مصنف مسى تحت إسم أعداد مسى (حرف M متبوع بعدد) .

(٢) M هى إختصار لمصنف مسى ، ← مصنف النجوم . فإذا ما كانت M متبوعه بعدد ، على سبيل المثال M31 ، فإن العدد يدل إما على مجموعه نجوميه خارجيه (مثل سديم المرأه المسلسله) أو حشد نجومى أو سديم مجرى . ويعطى العدد الرقم الذى أدرج به هذا الجسم فى مصنف مسى . وفى الجدول التالى توجد بعض الأجسام السماويه التى يرمز لها فى غالب الأحيان برقمها فى المصنف المذكور .

المشترى

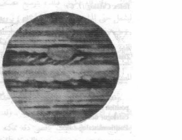
Jupiter
Jupiter *(sm)*
Jupiter *(sm)*

هو أكبر الكواكب ويرمز له بالرمز ♃ والمشترى بلمعانه المتوسط البالغ القدر ـ ٢ يعتبر ألمع من الشعرى اليمانيه ، ألمع نجم ثابت . ويتحرك المشترى بسرعة متوسطه حوالى ١٣٫٠٦ كم/ث حول الشمس بزمن دورة حوالى ١١٫٨٦ سنه . وهو يصنع فى أثناء ذلك مدارا بيضاويا تبلغ إهليجيته ٠٫٠٤٨٥ فقط ، ويكاد ينطبق مستواه مع مستوى مدار الأرض ، إذ يبلغ فارق الميل ١° ١٨َ فقط . ويتأرجح بعد المشترى عن الشمس من ٤٫٩٥ إلى ٥٫٤٥ وحده فلكيه . ويبلغ هذا البعد فى المتوسط ٥٫٢ وحده فلكيه . وحسب وضع كل منهما يتراوح البعد بين الأرض والمشترى بين ٥٨٨ ، ٩٦٧ مليون كم ، وبالتالى يتغير القطر الظاهرى للمشترى من ٥٠ً إلى ٣٠ً .

يعتبر المشترى باكورة الكواكب العملاقه المسماه **بأشباه المشترى** والتى ينتمى إليها أيضا زحل ويورانوس ونبتون . ويبلغ القطر الإستوائى للمشترى ١٤٣٦٥٠ كم ، أى ١١٫٢ مره قدر قطر الأرض ، بينما يقل قطره القطبى عن ذلك بحوالى ٨٧٨٠ كم . وهذه الفلطحه الشديده يمكن مشاهدتها بسهولة أيضا بواسطة المناظير الصغيره ، ولا تزيد عن هذه الفلطحه إلا فلطحه كوكب زحل . تأتى الفلطحه نتيجة للدوران السريع . فالمشترى يدور حول نفسه بسرعة تبلغ ضعف سرعة دوران الأرض حول نفسها . فهو يتم دورة كامله حول محوره فى ٩ ساعات و ٥٠٫٥ دقيقه . وهذا الدوران يكاد يكون عموديا على مستوى مدار الكوكب ، لأن قيمة الميل ٣° ٤َ فقط . لذلك لا يمكن وجود فصول للسنه فوق المشترى . وكتلة المشترى ٣١٨ مره مثل كتلة الأرض ، أى أن كتلته أكبر من ضعف ما تحتويه المجموعة الشمسيه كلها من كواكب . لهذا السبب فإن المشترى مسئول عن غالبية ما يحدث فى المجموعة الشمسيه من إضطرابات. وكثافة المشترى المتوسطه حوالى ١٫٣٠ جم/سم^{٣} (حوالى ١/٤ كثافة الأرض) لاتكاد تزيد عن كثافة الماء .

يغلف سطح المشترى دائما طبقه سحابيه كثيفه . وهذا يعلل العاكسيه العاليه التى تبلغ ٠٫٦٧ . وتُظهر أرصاد المناظير تفاصيل كثيره لامعه وملونه متغيره المكان فى الغلاف الجوى المحيط بالكوكب . وأكثر

هذه ثباتا هى مجموعة من الأحزمه الداكنه تمر موازيه لخط الإستواء وعددها متغير فى العروض العليا . وتعطى البقع والسحب سريعة التغير دليلا على وجود تيار سريع فى الغلاف الجوى ؛ حيث تحدث حركات دواميه تزيد سرعاتها على ١٠٠ م/ث . وفى عام ١٨٧٨ ظهرت البقعه الحمراء على نصف الكره الجنوبى للكوكب . وهذه البقعه عباره عن شكل بيضاوى يبلغ إتساعه ٤٠٠٠٠ × ١٥٠٠٠ كم . وقد إحتفظ هذا التكوين تقريبا بشكله ومكانه مع تغيير مستمر فى لونه ؛ الآن أبيض مضئ . ونشأة هذا الشكل غيرمعروفة تماما حتى الآن . وتشيرنتائج رحلات سفينتى الفضاء الأمريكيتين فويجر ١ ، ٢ عام ١٩٨٠ إلى إمكانية وجود حركات دواميه وتيارات حمل بأحجام كبيره وثابته تؤدى إلى مثل تلك البقعة الكبيرة . ويفسر تغيير اللون على أنه إختفاء خلف السحب . وتبعا للإبحاث الطيفيه حول ما ينعكس من ضوء الشمس على سطح المشترى يتضح أن جو الكوكب يحتوى على كثير من الميثان CH_4 والأمونيا NH_3 ، بينما الهيدروجين الطليق الذى يحتمل أن يكون الجزء الرئيسى من جو الكوكب لم يتأكد وجوده بعد . وما يمكن أن يوجد على سطح الكوكب من ماء لابد أنه متجمد ، لأن درجه الحراره عند حدود السحب تبلغ ـ ١٣٠° مئويه فقط . وهذه القيمه أكبر بقليل عن تلك التى تنتج من إشعاع



رسم لكوكب المشترى كما يشاهد بالعين المجردة .

الشمس وحده . وهذا الإشعاع أقل على المشترى مما هى على الأرض ٢٧ مره . لذلك فمن الممكن أن تتحرر من داخل المشترى طاقه تدفئه تعمل على تسخين إضافى لجو الكوكب . ونظرا لإنخفاض درجة حراره الجو فإن السحب يمكن أن تتكون من بلورات الأمونيا NH_3 .

إن بناء وتركيب المشترى لابد أن يكون ، مثله مثل الكواكب العملاقه ، مختلفا عن الأرض . يمكننا إستنتاج ذلك من الكثافه الصغيره . ومن المحتمل أن يكون المشترى مثل الشمس مكونا أساسا من العناصر الخفيفه ؛ الهيدروجين والهليوم . ونظرا لإنخفاض درجه الحراره وكبر قوة التثاقل ، التى تبلغ ٢٫٦٥ مره مثل قيمتها على سطح الأرض ، فإن هذه العناصر الخفيفه لا يمكنها الإفلات من الغلاف الجوى مثلما يحدث فى الكواكب الشبيه بالأرض . ويسود الزعم كثيرا بأن المشترى مكونا من هيدروجين متجمد H_2 وهليوم وماء وأنه يحتوى فقط على نواة ثقيله صغيره نسبيا . ومن المحتمل وجود الميثان والأمونيا بكثرة فقط فى الغلاف الجوى . وتبعا لوجهة نظر أخرى فإن داخل الكوكب حتى سطحه تقريبا مايزال ساخنا ويضيف إلى الميزانيه الحراريه للطبقات الخارجيه . ومن الجائز إرتفاع غازات ساخنه من الشقوق مسببه بذلك فى تكوين السحب والبقع .

أظهرت رحلات سفينتى الفضاء فويجر عام ١٩٨٠ أن المشترى مثل الأرض محاط بطبقة مجنيتوسفير . وعلى خلاف مجنيتوسفير الأرض ، الذى يمتد إلى إرتفاع لا يزيد عن ١٢ مره مثل نصف قطرها ، نجد تلك الطبقه تمتد فى المشترى إلى ١٠٠ مره مثل نصف قطر الكوكب . كما أن شدة المجال المغناطيسى لمجنيتوسفير المشترى تزيد من ٢٠ إلى ٣٠ مره عن شدة المجال فى حالة الأرض . ويستدل على وجود مجنيتوسفير المشترى أيضا ، مما يستقبل من إشعاعات أطوالها فى النطاق الديسمترى وتنشأ ←

كأشعاع سينكروترونى أو إشعاع المعجلات . بالاضافه إلى ذلك توجد نبضات إشعاعيه فى النطاق المترى يحتمل أن تكون ناشئه من الإضطراب السريع فى المجنيتوسفير . ومن الممكن أن تكون هذه النبضات ناشئه بسبب تابع المشترى ، جو ، الذى يؤثر بطريقه إضطرابيه على المجنيتوسفير . وغير ذلك أنظر ← الكواكب ، الجدول .

حلقات المشترى : أثبتت رحلات الفضاء الأخيره وجود حلقات للمشترى بسمك حوالى ٣٠ كم وعلى إرتفاع حوالى ٥٧٠٠٠ كم من غطاء السحب (١٢٨٠٠٠ كم من مركز الكوكب) . وهذه الحلقات أقرب نسبيا إلى الكوكب عنها فى حالة حلقات زحل .

المصنف

catalogue
catalogue *(sm)*
Kataloge *(sm)*

← المصنف النجومى .

المصنف الأساسى

fundamental catalogue
catalogue fondamental *(sm)*
Fundamentalkataloge *(sm)*

أنظر ← المصنف النجومى .

مصنف برجيدورف الطيفى

Bergdorfer Spektraldurchmusterung *(sf)*

أنظر ← المصنف النجومى .

مصنف بونر

Bonner Durchmusterung *(sf)*

هو ← المصنف النجومى الذى يرمز له بحرف BD ، وتأخذ فيه الأجسام إلى اليمين من هذين الرمزين أعداد على سبيل المثال BD-16°1591 ويعنى النجم رقم ١٥٩١ الموجود فى مصنف بونر وميله فى الحيز من – ١٦° حتى – ١٧° من مستوى الإستواء السماوى . (هذا النجم هو الشعرى اليمانيه) ونجم القطبيه يرمز له بالرمز BD + 88°8 .

مصنف السدم

nebular catalog
catalogue nebulair *(sm)*
Nebelkatalog *(sm)*

← المصنف النجومى .

المصنف الطيفى

spetral catalog
catalogue spectral *(sm)*
Spektralkatalog *(sm)*

أنظر ← المصنف النجومى .

المصنف العام الجديد للنجوم والحشود النجميه

New general catalog of nebulae and clusters of stars

هو ← المصنف النجومى الذى يرمز له بالرمز NGC وتأخذ الأجسام فيه إلى يمين هذه الحروف أرقاما هى أرقام تسجيلها فى هذا المصنف .

مصنف اللمعان

brightness catalog
catalogue d'éclat *(sm)*
Helligkeitskatalog *(sm)*

← المصنف النجومى .

مصنف مسى

Messier catalog
catalouge de Messier *(sm)*
Messier Katalog *(sm)*

← المصنف النجومى .

المصنف المفهرس

Index Catalog *(I. C)*

← المصنف النجومى .

المصنف المنطق للجمعيه الفلكيه

Zonenkatalog der astronomische Geselshaft *(sm)*

← المصنف النجومى .

مصنف المواقع

position catalog
catalogue des positions *(sm)*
Positionskatalog *(sm)*

← المصنف النجومى .

المصنف النجومى

star catalog
catalogue des ètoiles *(sm)*
Sternkatalog *(sm)*

هو سجل منظم للنجوم يوجد به إحداثياتها المقاسه فى نقطة زمنيه محدده (حقبه المصنف النجومى). علاوة على ذلك يدرج بالمصنف النجومى على سبيل المثال اللمعان الظاهرى للنجوم وأنواعها الطيفيه وحركاتها الذاتيه وسرعاتها الخطيه... إلخ. ويتم عمل مصنفات نجوميه مختلفه للأغراض المختلفه.

توجد فى **الفهارس** النجوميه المختلفه المواصفات المميزه للنجوم، إلا أن إحداثيات النجم معطاه بدقه تكفى فقط لسهوله العثور عليه فى السماء. وتسمى الفهارس النجوميه التى تحتوى كل النجوم الألمع من حد لمعان معين فى منطقه ما فى السماء **بالمصنفات النجوميه**. مثال للفهارس النجوميه هو كتالوج النجوم اللامعه، الذى يجمع كل النجوم الألمع من القدر ٦٫٥، فى السماء وكذا مصنف نجوم أطلس بيكافار السماوى الذى يحتوى أيضا بجانب أشياء أخرى على كل النجوم الألمع من القدر ٦٫٢٥. ويحتوى مصنف بون، يختصر **BD**، الذى أصدره «أرجليندر» ٣٢٤١٨٩ نجما بين الميلين − ١°، + ٩٠°. وفى هذا المصنف توجد النجوم الألمع من القدر ٩٫٥ كامله وكذلك جزءا كبيرا من النجوم الألمع من القدر العاشر. وقد قام «شونى فيلد» بتوسيع مصنف بون ليشمل حتى الميل − ٢٣° (الجزء الجنوبى). ومصنف «قرطبه» الذى يحتوى على ٦١٣٩٥٣ نجما ألمع من القدر العاشر بين − ٢١°، − ٩٠° فى الميل، يكمل هذه المصنفات حتى القطب الجنوبى. وقد تم عمل هذا المصنف فى مرصد قرطبه بالأرجنتين.

ومصنفات **المواقع** تمثل تجميعا لإحداثيات النجوم، أى مواقعها على الكره السماويه، وقد جرى إستخراج هذه الإحداثيات بأقصى دقه ممكنه. من مصنفات المواقع هذه مصنف تاريخ سماء النجوم الثابته، الذى يحتوى على مواقع حوالى ١٧٠٠٠٠ نجم رصدت فى القرنين الثامن عشر والتاسع عشر ونشرت فى مصنفات. كما نذكر أيضا مصنف الجمعيه الفلكيه المنطق، ويرمز له بالرمز AGK_1 وكذلك تنقيحاته AGK_2، AGK_3 التى يوجد بكل منهما مواقع ١٩٠٠٠٠ نجما. وتحتوى **المصنفات الأساسيه** مواقع نجوم قليله نسبيا، على أنه قد تم إعداد مواقع عديد من النجوم من مصنفات أخرى وعدلت بحيث تتساوى دقة هذه المواقع. وأحسن مصنف أساسى موجود حتى الآن هو المصنف الأساسى الرابع من الحوليه الفلكيه البرلينيه، **FK4** ويحتوى **١٥٥٣** نجما. والمصنفات الأساسيه تمثل أسس معلوماتنا عن مواقع النجوم فى الحوليات.

تسمى المصنفات النجوميه، التى يلقى فيها بثقل كبير على دقه بيانات اللمعان بإسم مصنفات اللمعان. مثال ذلك قياسات لمعان «جوتنجن» التى أصدرها «شوارتزشيلد». ومن أشهر **المصنفات الطيفيه**، التى يركز فيها على المعلومات الطيفيه (النوع الطيفى) للنجوم، مصنف «هنرى درابر» ويختصر **HD** ويحتوى على ٢٢٥٣٠٠ نجما ألمع من القدر ٩٫٩٥ وكذلك المصنف الطيفى «برجى دورفر»، ويحتوى الأنواع الطيفيه لعدد ١٥٠٠٠٠ نجما ألمع من القدر ١٣ وفى ١١٥ حقلا مختارا.

ولدراسة علاقات حركة النجوم توجد **مصنفات الحركة الذاتيه ومصنفات السرعات الخطيه**. وهذه المصنفات إما أن تحتوى لنجوم كثيره قيما من حركات ذاتيه وسرعات خطيه قليله الدقه أو تحتوى لنجوم قليله حركات ذاتيه وسرعات خطيه دقيقه. كذلك يوجد فى **مصنفات إختلاف المنظر** سجلا لأبعاد النجوم.

يوجد فى كل من **مصنف النجوم المزدوجه ومصنف المتغيرات** (← المتغيرات)، كما توحى أسماؤها إما نجوما مزدوجه أو نجوما متغيره اللمعان. وينتمى إلى المجموعة الأخيره مصنفات النجوم المتغيره التى أصدرها «كوكارين» و «بارينانجو».

وكمصنف سدمي نظمت فى الماضى فهارس للأجسام التى أمكن رصدها بالوسائل المتاحه وقتها فى أشكال سديميه ، وأمكن التعرف عليها بعد ذلك كسدم مجريه وحشود نجميه ومجموعات نجميه غير مجريه . ومن أشهر المصنفات السديميه مصنف «مسييه» الذى أصدره «مسييه» عام ١٧٨٤ ، ويرمز له إختصارا بالحرف M ، والمصنف العام الجديد للسدم وحشود النجوم ، الذى أصدره «دريز» عام ١٨٨٨ ويختصر NGC وكذلك إضافتيه المصنفات المفهرسه ويرمز لها إختصارا بالرمز ICI ، ICII .

وفى الفلك الراديوى تم كذلك عمل عديد من المصنفات للمنابع الراديويه .

مصنف النجوم اللامعه

catalog of bright stars

← المصنف النجومى .

مصنف هنرى درابر

Henry - Draper catalog (H.D)

هو ← المصنف النجومى الذى يختصر HD على أن تتبع برقم الجسم فى هذا المصنف فمثلا HD48915 هو النجم رقم ٤٨٩١٥ فى مصنف هنرى درابر (الشعرى اليمانيه) ونجم القطبيه هو HD 8890.

مصور الهاله الشمسيه

coronograph
coronographe *(sm)*
Koronograph *(sm)*

أحد أجهزة ← أرصاد الشمس .

مضطربه

turbulent

هى حالة الحركة الإضطرابيه أى حركة الموائع أو الغازات التى تحدث فيها حركات دواميه على النقيض من الحركة الطبقيه أو الطوليه .

المطلع المستقيم

right ascension
ascension droite *(sf)*
gerade Aufsteigung *(sf)*, **Rektascension** *(sf)*

هو الزاويه بين نقطة الربيع ونقطة تقاطع خط الإستواء السماوى مع دائرة ساعة النجم أو الجرم السماوى . يقاس المطلع المستقيم بالساعات والدقائق والثوانى من صفر حتى ٢٤ ساعه مبتدئا من نقطة الربيع فى عكس الحركة اليوميه للأجرام السماويه (الشكل ؛ ← الإحداثيات) . **ونظام المطلع المستقيم** هو أحد أنظمة الإحداثيات الفلكيه (← الإحداثيات) .

المطياف

spectrograph
spectrographe *(sm)*
Spektrograph *(sm)*

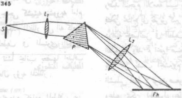
هو جهاز يمكن بواسطته تحليل شعاع كهرومغناطيسى إلى طيفه . أى أن المطياف ينظم إشعاع الموجات المختلفه ، الصادره كخليط من المنبع الإشعاعى ، تبعا لأطوالها الموجيه . وهذا الطيف يمكن مراقبته من خلال منظار صغير . كما يمكن تحويل الإشعاع الغير مرئى إلى مستقبلات مثل البولومتر أو الخلايا الكهروضوئيه نستطيع عن طريقها الإحساس بالإشعاع . والأجهزه الطيفيه المعده لمراقبة وفحص الطيف تسمى **مرقبات أو مقياسات الطيف** . يتم فى الفلك عموما تصوير الطيف ودراسته بعد تصويره على اللوح الفوتوغرافى . وفى كثير من الأحيان يجرى مسح للطيف بواسطة خلايا كهروضوئيه تسجل شدة الضوء الساقط عند الموجات المختلفه . يسمى المطياف المجهز بكاميرا لتصوير طيف الكورونا **مطياف الكورونا** . ويمكن أن يتم تحليل الشعاع إلى موجاته بمساعدة منشورات زجاجيه أو محزوزات تداخليه ، وعليه يصير التمييز بين المطياف المنشورى ومطياف المحزوز . وفى الفلك تستخدم المطيافات المنشوريه كثيرا ، إلا أن أهميه المطيافات المحزوزيه قد إزدادت بفضل ما طرأ من تحسين فى إنتاج المحزوزات . وعلى

حسب ما إذا كان جزء أو كل الضوء القادم من المنبع الضوئى يمر إلى المطياف فإننا نميز بين المطياف الشرخى وغير الشرخى . وتستعمل المطيافات كأدوات مساعده على المناظير ، التى تعمل على تجميع أكبر كميه من الضوء ، وتكوين صوره للجسم المراد فحصه سواء بالكاميرا أو مباشرة .

المطياف الشرخى (ذو الفتحه المستطيله) : للمطياف عموما شرخ ضيق ، يمر من خلاله الضوء الذى لم يتحلل بعد إلى المطياف . بوضع هذا الشرخ فى المستوى البؤرى للمنظار وتتكون فوقه صوره للجسم المراد تحليل ضوءه . وإذا كان هذا الجسم نجما فإن الصوره الناتجه من شيشيه المنظار تكون عباره عن قرص تداخل . ويقطع الشرخ قصاصة ضيقه من الصوره ويدخل ما فيها من ضوء إلى المطياف . ثم يتحول هذا الضوء بواسطة عدسة خلف الشرخ (عدسة المُجَمِّع) إلى حزمة ضوء متوازيه ، تسقط بعد ذلك ، فى حالة **المطياف المنشورى** على منشور زجاجى أو عدة مناشير زجاجيه (الشكل) . يعمل هذا المنشور على تحليل الضوء إلى موجاته بسبب إنكسار الموجات القصيره بدرجة أقوى من إنكسار الموجات الطويله . من هنا فإن الضوء يتجزأ خلف الفتحه إلى كثير من الأحزمه الضوئيه تسقط على الكاميرا بزوايا مختلفه . وعلى ذلك فإن شيشيه الكاميرا تقوم بتجميع الأشعه مختلفه الموجه عند مواضع مختلفه على اللوح الفوتوغرافى . وما يتكون من طيف بهذه الطريقه ليس إلا تتابع من الضوء المونوكروماتى ، أى ضوء نطاق ضيق من الموجات ، لصورة الشرخ . فإذا ما إحتوى الضوء غير المحلل ، على سبيل المثال ، إشعاع موجه بذاتها . فإننا نحصل فقط على صورة واحده للشرخ ويتكون الطيف بذلك من خط واحد . أما إذا إحتوى الضوء على العكس من ذلك عديدا من الموجات ، فإن ما يناظر الموجات المتجاوره من صور متجاوره للشرخ يصطف فى حزام مستمر يكون الطيف المستمر . ومهمة الشرخ هى تفادى أن تكون الصور المونوكروماتيه الناشئه عريضة جدا بدرجه تجعلها تتداخل بشده وكذلك أن لا يسقط على مكان ما من اللوح الفوتوغرافى إشعاع ذى أطوال موجيه عريضه . لهذا لابد أن يكون الشرخ ضيقا بقدر الإمكان . حتى لا يظهر الطيف منسابا على اللوح الفوتوغرافى .

يحتوى **المطياف المحزوزى** بدلا من المنشور على محزوز تداخل ، يعمل على تنظيم الحزمه الضوئيه حسب الأطوال الموجيه . ويتكون محزوز التداخل على سبيل المثال من مرآه حفر فى سطحها شقوقا متوازيه . وهذه الشقوق ضيقه بحيث يوجد على المليمتر الواحد عدة مئات منها .

وكثيرا ما يوجد فى المطيافات تجهيزات يتم بواسطتها عكس وتصوير طيف خطى ذو أطوال



مسار الأشعة فى مطياق منشورى . ومدلولات الحروف هى : S فتحة الشرخ ، L_1 عدسة المُجَمِّع ، P المنشور ، L_2 عدسة الكاميرا ، Ph اللوح الفوتوغرافى .

موجيه معروفه على جانب الطيف المراد دراسته . وهذا ضرورى لعمل مقياس معايره لأطوال الموجات .

المطيافات عديمة الشرخ . فى دراسات معينه يمكن التغاضى عن شرخ المطياف . وفى هذه الحاله يمر كل ضوء الصوره المتكونه فى المستوى البؤرى للمنظار إلى المطياف العادى . وبهذه الطريقه يتكون الطيف فى المستوى البؤرى للكاميرا من تتابع مونوكروماتى لصورة الجسم المتكونه فى المستوى البؤرى للمنظار . وإذا ما كان الجسم عباره عن نجم فإن الطيف يتكون من كثير من الصور المونوكروماتيه الصغيره لقرص التداخل الصغير ، وإن كان هذا القرص يرقص هنا وهناك بفعل عدم إستقرار الهواء ؛ ← التألق . وتبعا لذلك تتحرك الصور المونوكروماتيه فى الطيف ، الأمر الذى يعمل على الإقلال من صفائها فى كثير من الأحيان يتم بواسطة المطياف عديم الشرخ تصوير طيف السدم الإنبعاثيه ، التى يتركز إشعاعها فقط فى بضع موجات . من هنا نحصل فى المستوى البؤرى للكاميرا على صور مونوكروماتيه قليله منفصله عن بعضها لهذا السديم . (ولو صوَّرنا نفس هذا الجسم بواسطة مطياف شرخى فإننا نحصل على عدد مناظر من صور الشرخ كخطوط إنبعاث .) وفى أبسط أشكال المطياف عديم الشرخ يمكن أيضا التغاضى عن العدسه التى تعمل على توازى الحزمه الضوئيه (عدسة المجمع) الموجوده قبل المنشور ؛ على أن تُستغل حقيقة كون الضوء المدروس فى الفلك يأتينا تقريبا متوازى . وذلك لأن المنبع الضوئى يوجد على بعد كبير . فى هذه الحاله يوضع منشور زجاجى **كشيئيه منشوريه** أمام شيئيه المنظار . بذلك يستخدم المنظار على أنه كاميرا للمطياف ؛ وينشأ الطيف فى المستوى البؤرى للشيئيه . وبمعنى أدق تنشأ بجانب بعضها أطياف للنجوم الموجوده فى مجال رؤيه المنظار .

كفاءة المطياف : تتحدد كفاءه المطياف عن طريق شدة ضوءه وتفريقه . ومن كفاءة التحليل يعطى التفريق إلى أى حد يمتد الطيف . ولوصف ذلك فإننا نعطى على سبيل المثال كم أنجستروم تختلف موجتان ، تظهران على اللوح الفوتوغرافى على بعد ١ مم عن بعضها ؛ على سبيل المثال فإننا نعنى بقولنا ١٠ أنجستروم/مم ، أنه بمرورنا فى الطيف مقدار ١ مم يكون قد تغير بمقدار ١٠ أنجشتروم لكن الزياده الإختياريه فى التفريق لا تؤدى دائما إلى معرفة التفاصيل فى الطيف . يرجع ذلك إلى قوة تحليل المطياف المحدوده . وإذا ما أمكننا بالكاد رؤية خطين منفصلين ومتجاورين عند طول موجى λ ويختلف أطوال موجاتهما بمقدار $\Delta\lambda$ ، فإن النسبه $\frac{\lambda}{\Delta\lambda}$ تسمى كفاءه التحليل . فإذا كانت هذه على سبيل المثال ٥٠٠٠٠٠ وهو ما يحدث فى المطيافات المستخدمه فى الأرصاد الفلكيه فإننا نرى عند الطول الموجى ٥٠٠٠ أنجستروم خطين منفصلين إذا كان الفرق بين أطوالهما الموجيه ٠٫٠١ أنجشتروم .

من الضرورى أن تكون المطيافات المستخدمه فى الفلك شديدة الضوء بقدر الإمكان ؛ أى أنها لابد أن تكون ضوءا شديدا بقدر الإمكان على اللوح الفوتوغرافى ، حيث أن غالبية الاجسام الفلكيه التى يجرى رصدها خافته الضوء . وعلاوة على ذلك فإن طاقتها تتوزع على مساحة كبيره بفعل التحليل . وتقل شدة الإشعاع كلما زاد تفريق الطيف ، لأن نفس الكمية من الطاقة سوف تتوزع على مساحة أكبر . من هنا فإنه يمكن الحصول على تفريق عال فقط من رصد النجوم اللامعه نسبيا وبواسطة الأجهزة الكبيره فنحن نحتاج إلى تفريق كبير إذا أردنا على سبيل المثال دراسة خصائص فى الطيف مثل كنتورات الخطوط الطيفيه . وقد تم أخيرا صنع مطيفات نجوميه بتفريق يقل عن نصف أنجشتروم فى المليمتر . وفى حالة الشمس فقط لا توجد صعوبة بالنسبه لشدة الضوء ، وعليه يمكن الحصول على تفريق أعلى . وأكثر المطيافات فى شدة الضوء هى المطيافات عديمة الشرخ

التى تستقبل كل ما يتجمع بالمنظار من ضوء . وفى هذا النوع من المطيافات فإننا نعمل بتفريق صغير ، حيث أن ما نحصل عليه من طيف باستعمالها ليس نقيا على أى حال تسمح برؤية تفاصيل كثيره . وعلى ذلك فإن الأطياف المأخوذه بواسطة الشيئيه المنشوريه أطوالها فى الغالب بضع مليمترات فقط . يكفى ذلك لكى نرى خطوط الإمتصاص القويه فى الطيف ولإجراء التصنيف الطيفى . وميزه مثل هذه اللقطات الطيفيه بواسطة الشيئيه المنشوريه هى أننا نستطيع أن نصل بالأبحاث الطيفيه إلى نجوم أكثر خفوتا وأن نحصل فى صورة واحدة على كثير من الأطياف النجميه فى نفس الوقت . أيضا فإن هذه الصور بالمطياف عديم الشرخ تكفى لدراسة طيف النجوم المستمر . لهذا فإن أى المطيافين يستعمل حسب الهدف من الاستعمال ، على أن تكمل الأنواع المختلفه بعضها البعض . يمكن أن يحيد التصميم الدقيق للمطياف فى تفاصيله عما سبق ذكره . فعلى سبيل المثال تستخدم فى غالب الأحيان مرايا بدلا من العدسات (عدسة المجمع وعدسة الكاميرا) .

وليس من النادر فى المناظير الكبيره الحديثه استخدام مرآه شميت ككاميرا (← منظار عاكس) أو حتى يتواجد عديد من هذه الكاميرات ، نختار منها ما تعطى التفريق المناسب . ومن المشاكل التى تقابلنا ضرورة تركيب المطياف على المنظار ودورانه معه مثلا فى البؤره الكاسيجرنييه وضرورة عدم حدوث آية ثنيات فى جسم المطياف أثناء ذلك . كذلك لابد من حماية المطياف من التغيرات فى درجة الحراره . ومن هنا فإنه من المستحسن أن تنتقل الأرصاد إلى بؤره الكودى من المنظار العاكس ، التى يكون فيها المطياف ثابتا فى مكانه ويمكن الإحتفاظ به فى درجة حراره ثابته .

لقد صممت لبعض المهام الخاصة مطيافات خاصه . مثال ذلك ما يستخدم لدراسة المساحات الخافته جدا من السدم ، مطيافات السدم . وفى مجال أرصاد الشمس تم إدخال كل من مرقب الزغب الشمسى ومصور الشمس ومرقبها الطيفى . ويحدث تحليل الضوء فى المصدر الطيفى للشمس بواسطة مونوكروماتور . والمونوكروماتور فى أساسه مثل مطياف مزود بعدة مناشير وفى مستوى بؤرة كاميرته شرخ بدلا من اللوح الفوتوغراف يمر منه فقط ضوء نطاق ضيق من الموجات . ومن الطبيعى مراعاة إحتياطات خاصه فى تصميم المطياف الذى يحلل الطيف فى منطقه تختلف عن منطقة حساسية كل من العين واللوح الفوتوغراف أو فى منطقة من الطيف تمتص بشده بواسطة الهواء أو الزجاج . كذلك فإن كل ← الأجهزه الراديويه عباره عن مطيافات لأنها تنتقى من الإشعاع القادم فقط إشعاع نطاق موجى ضيق ثم تعمل على تقويته . على أن التحليل الطيفى يحدث هنا عن طريق ضبط كل من المستقبل والهوائى على موجة بذاتها . ولما كان من الممكن فقط استعمال الأجهزه الراديويه فى موجة واحده ـ ليس من الممكن العمل بموجات كثيره مثل الراديو والتليفزيون ـ فإنه من الممكن استخدام هذه الأجهزه الراديويه كمونوكروماتور .

المطياف ذو الشرخ (الشرخى)

slit spectrograph
spectrograph à fentre *(sm)*
Spaltspektrograph *(sm)*

← المطياف .

المطياف المحزوزى

grating spectrograph
spectrographe à réseau *(sm)*
Gitterspektrograph *(sm)*

← المطياف .

المطياف المنشورى

prism spectrograph
spectrographe à prisme *(sm)*
Prismenspektrograph *(sm)*

← المطياف .

مطياف النتوءات الشمسيه

prominance spectrograph
spectrographe à protubérances *(sm)*
Protuberanzspektrograph *(sm)*

أحد آلات ← أرصاد الشمس .

معادلة الحالة

equation of state
équation d'état *(sf)*
Zustandsgleichung *(sf)*

هى علاقه بين قيم كل من درجة حرارة وضغط وكثافة غاز ما . وتميز هذه القيم الحالة الديناميكيه الحراريه للغاز . وأبسط معادلة حاله هى للغازات المثاليه . فتلك الغازات بعيده جدا عن السيوله ولا تلعب فيها قوى الجذب بين الجزئيات أى دور . يزداد الإقتراب من هذه الحالة المثاليه كلما نقصت كثافة الغاز وكلما إرتفعت درجة حرارته . وتقضى معادلة الحالة بتناسب الضغط P مع حاصل ضرب كل من الكثافه S ودرجة الحراره T ، أى أن الضغط يزداد بزيادة كل منهما : $P = \frac{R}{\mu} \rho T$ ، حيث تدل R على ثابت الغاز ، μ على الوزن الجزيئى له .

تنطبق معادلة الحالة المثاليه عموما بالنسبه لمادة النجوم ، التى وإن كانت كثيفه جدا ، إلا أنه يمكن إعتبارها غاز مثالى وذلك بسبب درجات حرارتها العاليه . أما فى داخل الأقزام البيضاء فإن الكثافه تكون قد إزدادت (حوالى ١٠٠ ٠٠٠ جم/سم٣) لدرجة أن الإليكترونات الحره لم تعد تخضع لمعادلة الغاز المثالى وإنما أصبحت حيوديه . وبالنسبه للغازات الحيوديه تماما تنطبق معادلة حالة أخرى تماما ، يعتمد فيها الضغط على الكثافه فقط وليس على درجة الحراره . ويوجد أيضا حيود تام تقريبا للإليكترونات الحره فى حالة النجوم المسنه غير كبيرة الكتله وذلك بالقرب من مركز النجم .

معادلة الزمن

equation of time
équation du temps *(sf)*
Zeitgleichung *(sf)*

← الزمن .

معادلة كبلر

Kepler's equation
équation de Kepler *(sf)*
Keplersche Gleichung *(sf)*

هى العلاقه المنتظمه للإهليجيه مع ← الحصه المتوسطه .

معادلة الوسط

equation of the center
équation du centre *(sf)*
Mittelpunktgleichung *(sf)*

(١) الفرق بين ← الحِصَّه الحقيقيه والمتوسطه .
(٢) عدم الإنتظام فى ← حركة القمر .

معادلتى أورت (للدوران)

Oort's rotation formulae
formules rotationelles d'Oort *(pf)*
Oortsche Rotationsformeln *(pf)*

هما معادلتان تعطيان السرعه الخطيه والحركة الذاتيه للنجوم بقدر ما تحدثان نتيجة للدوران التفاوتى لسكة التبانه .

المعلف

Praesepe *(L)*
beehive
praesepe *(sf)*
Krippe *(sf)*

هو ← نجوم النثره .

معمل النحات (أو النقاش)

Sculptor, Scl *(L)*
sculptor
atelier du sculpteur *(sm)*
Bildhauerwerkstatt *(sf)*

هو إحدى كوكبات نصف الكره السماويه الجنوبى ، التى تشاهد فى ليالى الخريف . وفى هذه الكوكبه يوجد القطب الجنوبى لسكة التبانه .

معهد أرصاد فلكى

astronomical institute
institut astronomique *(sm)*
astronomisches Institut *(sn)*

هو معهد لأخذ أرصاد الفلك وربما المتيورولوجيا والطبيعه الأرضيه وفى المعنى الخاص هو ← مرصد .

معهد الأرصاد بحلوان
Institut of observations at Helwan
هو ← مرصد حلوان .

معهد الحساب الفلكى
astronomical computing institute
institut de calcal astronomique *(sm)*
astronomisches Rechen institut *(sn)*
← مرصد .

معهد حسابات
computation institut
institut de calcul *(sm)*
Rechninstitut *(sn)*
← مرصد .

معهد فراونهوفر
Frauenhoferinstitut *(sn)*
هو ← مرصد فرايبورج برجيدورف .

معيار المسافه
distance modulus
module de distance *(sm)*
Entfernungsmodul *(sm)*
هو الفرق بين اللمعان الظاهرى m واللمعان المطلق M لجرم سماوى.وهو عباره عن مقياس لبعد هذا الجرم السماوى عنا فإذا قيست المسافه r بالبارسك فإن : $m - M - 5 + 5 \log r$ (← اللمعان) .

المعين (أو الأرجوحه)
trapezium
trapèze *(sm)*
Trapez *(sn)*
هو النجم المتعدد θ (ثيتا) فى كوكبة الجبار .

المغرز
Megrez
هو النجم دلتا فى كوكبة ← الدب الأكبر .

مفرغة الهواء
Antilia, Ant *(L)*
antilia
machine peneumatique *(sf)*
Luftpumpe *(sf)*
هى كوكبة فى نصف الكره السماويه الجنوبى .

المقارن
comparator
comparateur *(sm)*
Komparator *(sm)*
هو جهاز يتم بواسطته مقارنه صورتين فى نفس الوقت بعد أن تم أخذهما فى زمنين متعاقبين لنفس المنظر من النجوم . وبهذه الطريقه نحصل على فكرة سريعه عن أى الأجسام المصوره حدث له تغير فى المكان أو اللمعان أثناء الزمن المنقضى بين الصورتين وبدون ما ضرورة إلى قياس دقيق . لهذا تستخدم المقارنات للبحث عن النجوم المتغيره والأجسام السريعة الحركه مثل الكويكبات والمذنبات . وفى حالة **مقارن بلنك** نرى الصورتين واحدة تلو الأخرى وبسرعة من خلال عينيه بواسطة أجزاء ضوئيه مساعده . بذلك يظهر النجم الموجود على الصورتين ثابتا أما الأجسام التى تغير وضعها بعض الشئ فتظهر وكأنها تقفز هنا وهناك . كما أن النجوم المتغيره تعطى صورا مختلفه الأحجام حسب لمعانها ، الشئ الذى يظهر فى المقارن كنجم نابض . وفى حالة **مقارن الإستريو** فإن كل عين من عينى المشاهد ترى الصورتين من خلال عينيه . والأجسام المختلفه على الصورتين تظهر كما لو كانت على صورة إستريو بارزه عن مستوى الصوره ، الشئ الذى يلفت نظر المشاهد مباشرة .

مقارن بلنك
Blink comparator, Blink microscope
Blink comparateur *(sm)*, Blink microscope *(sm)*
Blink comparator *(sm)*
← المقارن .

مقارن الاستريو
stero - comparator
stéréo - comparateur *(sm)*
Steriokomparator *(sm)*
← المقارن .

المقنطرات
almucantarat *(A)*
almuscantarat *(A)*
Almukantarat *(A)*
هى كل دائرة على الكره السماويه موازيه للأفق ، (← الإحداثيات) .

مقياس بوجسونى لللمعان

Pogson's luminosity seale
échelle de luminosite de Pogson *(sf)*
Pogsonische Helligkeitsskala *(sf)*

← اللمعان .

مقياس بولومترى

bolometer
bolmètre *(sm)*
Bolometer *(sn)*

←مقياس حرارى .

مقياس التداخل

interferometer
interferomètre *(sm)*
Interferometer *(sn)*

هو جهاز ضوئى يستعمل للقياس على أساس خاصية تداخل الأشعه . وتحت كلمة التداخل نفهم تطابق الموجات حيث تتسبب المناطق التى تتقابل فيها القمم مع القمم أو القيعان (الوديان) مع القيعان فى تقوية بينما تتسبب المناطق التى تتقابل فيها القمم مع الوديان فى إضمحلال أو فناء للموجات . وتستخدم مقياسات التداخل فى الفلك لقياس الزوايا الصغيره ؛ فنقيس مثلا بواسطتها المسافات الزاويه بين النجوم المزدوجه القريبه جدا من بعضها وكذلك القطر الظاهرى للنجوم الثوابت . لهذا الغرض ندع ضوء النجم يدخل إلى المنظار خلال فتحتين بينهما مسافة D متغيره وموضوعين أمام شيئيه المنظار . ينقسم الضوء الذى يأتى من أحد النجمين إلى قطارين من الموجات تمران خلال الفتحتين وينتج عنهما تداخل فى بؤرة المنظار وبذلك نحصل على شكل تداخل يحتوى على شرائط لامعه وأخرى داكنه تزداد المسافه بينهما بزياده المسافه D بين الفتحتين . ونفس الشئ يحدث لشعاع النجم الآخر إلا أن إزاحته بالنسبه للشكل الأول تزداد كلما زاد البعد الزاوى بين النجمين . بعد ذلك يتم تغيير المسافه بين الفتحتين حتى ينطبق شريط مضئ من أحد الأشكال على شريط داكن من الشكل الآخر فنحصل على صورة حزام مضئ خالى من الشرائط . وبمعلومية المسافة بين الفتحتين يمكن حساب المسافه الزاويه بين النجمين . بهذه الطريقه يمكننا قياس مسافات زاويه تبلغ ٠١ر٠ً . وبنفس النظريه يمكن قياس أقطار النجوم الثوابت . فمن الممكن تصور نصفى صورة النجم وكأنهما نجمان متلاصقان . لكن القياسات نجحت فقط فى حالة النجوم العمالقه الغير بعيده جدا أى التى تظهر أقطارها الظاهريه كبيره نسبيا فى الصورة . ترجع هذه الطريقه فى صورتها الحاليه إلى الفيزيائى الأمريكى «ميكلسن» (١٨٥٢ـ ١٩٣١) والجهاز الذى يعمل بهذه النظريه يسمى **مقياس التداخل المرحلى** .

منذ بضع سنين أدخل فى الفلك نوعا جديدا من مقياسات التداخل لقياس الزوايا الصغيره . ونظرية القياس فى مثل هذا النوع الذى يعمل حسب شدة الضوء ، **مقياس تداخل شدة الضوء** ، ترتكز على إشعاع الجسم لموجات غير متساويه القدر فى النطاقات الطيفيه المختلفه وبذلك فإن شدة الاشعاع فى هذه النطاقات غير ثابته بصورة مطلقه وإنما يعتريها تغيرا صغيرا مع الزمن . فإذا ما شاهدنا نفس المنبع الضوئى من مكانين مختلفين فإن إنطباق التغيير الزمنى لتيار الإشعاع يكون كبيرا كلما إقترب مكانى الرصد ، كما أن هذا الانطباق يعتمد أيضا على القطر الزاوى لمنبع الإشعاع . وتبعا لنظرية الضوء الموجيه يمكن حساب سرعة درجة الإنطباق ، أى معامل الإرتباط ، مع زيادة المسافة بين مكانى الرصد بالإعتماد وعلى القطر الزاوى . ولتعيين القطر الزاوى لمنبع الإشعاع نقيس معامل الإرتباط بواسطة الأشعه المستقبله بواسطة المنظارين مع تغيير المسافه بين هذين المنظارين ومقارنه نقص معامل الإرتباط مع النقص المحسوب نظريا .

تستعمل مقاييس تداخل شدة الضوء لقياس **أقطار النجوم (← قطر جرم سماوى)** . وليست الجوده الضوئيه للأجهزه المستخدمه مهمة جدا لأننا نستخدم فقط كفاءتها فى تجميع الأشعه . كما أن حدود ثبات هذه الأجهزه مثلها مثل مقاييس التداخل المرحليه لا تلعب هنا أى دور لأن كلا

الجهازين يمكن نقله وتركيبه منفصلا كلية عن الآخر. فقط لابد أن تكون المكبرات الإليكترونيه والأجهزه الإليكترونيه الأخرى المساعده على درجة كبيره من الكفاءه والدقه.

يتم أيضا فى الفلك الراديوى إستخدام مقياسات تداخل شدة الاشعاع لقياس أقل قطر زاوى، مثلا فى حالة الكوازار، وقد يصل البعد بين المنظارين الراديويين إلى بضع آلاف الكليو مترات.

ومقياس التداخل الراديوى

هو ← آلة راديوية فلكيه تعمل مثل مقياس التداخل المرحلى.

مقياس التداخل الراديوى

Radiointerferometer *(sn)*

← مقياس التداخل.

مقياس حرارى

bolometer
bolomètre *(sm)*
Bolometer *(sn)*

هو مسقبل للأشعه يستعمل فى الفوتومترى. وهو حساس لمنطقه طيفيه عريضه.

مقاس الحركه

momentum, quantity of motion
quantité de mouvement *(sf)*
Bewegungsgrösse *(sf)*

← كمية الحركه.

المقياس الزاوى

Norma . Nor *(L)*
norma
règle *(sf)*, **equerre** *(sf)*
Winkelmass *(sn)*

هو كوكبة ← مسطرة النقاش.

مقياس الضوء

photometer
photomètre *(sm)*
Lichtmesser *(sn)*

هو ← الفوتومتر.

مقياس المسافه

distance modulus
distancemodule *(sm)*
Entfernungsmodul *(sm)*

هو ← معيار المسافه.

مكثر (مقوى) الإليكترونات الثانوى

electron multiplier
multiplicateur électrionique *(sm)*
Sekundäreelektronenverfielfacher *(sm)*

هو مستقبل أشعه ينبعث منه تيار كهربائى بسقوط الأشعه فوقه. وتزداد شدة هذا التيار فى داخل المستقبل ذاته. ويستعمل مقوى الإليكترونات الثانوى فى ← الفوتومترى كأكثر المستقبلات حساسيه.

الملك الصغير (المليك)

Regulus

هو ألمع نجم، ألفا، فى برج الأسد ويبلغ لمعانه البصرى الظاهرى القدر ١٫٣٤. وهذا النجم من النوع الطيفى B7 ونوع قوة إشعاعه V، أى أنه من نجوم التتابع الرئيسى. تبلغ القوة الإشعاعيه للمليك عدة مرات مثل قوة الشمس. ويوجد النجم على مسافة منا حوالى ٢٦ بارسك أى ٨٦ سنه ضوئيه. والنجم عباره عن نجم ثلاثى تبعد مركباته عن بعضها بحوالى ١١٧ً، ٣ً.

ممسك الأعنه

Auruga, Aur *(L)*

هو أحد كوكبات نصف الكره السماويه الشمالى التى نراها فى ليالى الشتاء. وألمع نجم فى هذه



كوكبة ممسك الأعنة. والنجم α هو العيوق (القدر ٠٫١٣، والنوع الطيفى G1 ونوع قوة الاشعاع III ويبعد عنا ١٤ بارسك). أما النجم اللامع على الحافة الجنوبية للصورة فهو النجم β الثور.

الكوكبه هو العيوق أحد ألمع النجوم فى السماء. وخلال الكوكبه تمر سكة التبانه . ويوجد بالكوكبة أيضا العديد من الحشود النجوميه مثل M36، التى يمكن رؤيتها بنظارة ميدان بين النجمين إيتامسك الأعنه وبيتا الثور.

المنابع الراديويه الشبيهه بالنجوم

Quassars (*pm*)
quassars (*pm*)
Quasars, quasistellare Radioquelle (*pf*),

المنبع الراديوى الشبيه بالنجوم هو جسم يشابه النجوم فى النطاق البصرى من الطيف ويبعث أشعة شديده فى النطاق الراديوى . وعلى اللوح الفوتوغراف لا يمكن التمييز بين المنابع الراديويه الشبيهه بالنجوم وبين صور النجوم ، لأن أقطار الأولى لا تتجاوز ١ً . وبعض المنابع لا تبدو نقطيه تماما ، فمثلا المنبع 3c 273 (أى الجسم ٢٧٣ فى مصنف كامبردج الثالث للمنابع الراديويه) له إشعاع ضعيف حتى مسافة ٢٠ً من مركز صورة الجسم الشبيه بالنجوم. وبجانب المنابع الراديويه التى تبدو شبيهه بالنجوم توجد أيضا **شبيهات النجوم** التى تختلف عن الأولى من ناحية الرصد فى أنها لا تبعث بإشعاع راديوى شديد . وفى النطاق البصرى من الطيف يشاهد فى كل من المنابع الراديويه وشبيهات النجوم خطوط إنبعاث عريضه ذات إزاحات حمراء كبيره $Z = \frac{\Delta\lambda}{\lambda}$ تصل من Z = ٢ إلى Z = ٢٫٨٧٧ (فى حالة 053 4C). وأحيانا تكون الإزاحات كبيره لدرجة أن الطول الموجى λ = ١٢١٦ أنجشتروم للخط ليمان من الهيدروجين والموجود فى النطاق فوق البنفسجى يشاهد فى النطاق البصرى من الطيف (← الطيف). وعلاوة على خطوط الإنبعاث العاديه توجد أحيانا خطوط ممنوعه (← تركيب الذره) ، يمكن فقط أن تنشأ فى غاز منخفض الكثافه . بالإضافه إلى ذلك تشاهد أيضا خطوط إمتصاص . وقد إتضح أن الإزاحه الحمراء الناتجه من خطوط الإمتصاص المختلفه فى بعض المنابع الراديويه الشبيهه بالنجوم تختلف أحيانا عما نحصل عليه من خطوط الإنبعاث . ويتميز الطيف المستمر فى كل الأجسام التى تبدو شبيهه بالنجوم بزياده شدته فى النطاق فوق البنفسجى ، وذلك اذا قارناها بالأطياف العاديه .

فى النطاق الراديوى لانكاد نميز المنابع الراديويه الشبيهه بالنجوم من المجرات الراديويه . وينطبق هذا على توزيع شدة الضوء فى الطيف وكذلك على ظروف الإستقطاب ، حيث أن إشعاع الذبذبات الراديوى لا ينشأ كإشعاع حرارى وإنما سينكروترونى .

وسواء فى النطاق الطيفى البصرى أو فى نطاق الإشعاع الراديوى فإن بعض الأجسام يتغير مع عدم وجود أى إرتباط بين التغير فى كل من الحيزين الطيفيين . ويبلغ التأرجح فى اللمعان الضوئى حوالى ١ قدرا ؛ كما تم رصد تغيير ٣ أقدار للمصدر 3c 446 . ويحدث هذا التغيير فى فترة زمنيه من أسبوع إلى بضع سنين . تم كذلك رصد تغيير مماثل فى النطاق الراديوى فى حالة المجرات الراديويه ، التى يمكن أن يتغير لمعانها كما فى حالة المنابع الراديويه الشبيهه بالنجوم .

يتضح من الأرصاد الدقيقه للأقطار أن الاشعاع الضوئى والراديوى ينشئان فى مناطق منفصله وأن المنابع الراديويه الشبيهه بالنجوم تتكون جزئيا من مركبات عديده قطرها صغير جدا . ويبلغ فى بعضها حوالى ٠٫٠٠١ً فقط . كذلك فإنه يمكن من التغيير فى اللمعان إستنتاج مدى صغر تلك الأجسام : لأن الأقطار لا يمكن أن تكون أكبر بكثير عن المسافه التى يقطعها الضوء فى زمن تغيير اللمعان .



تغيير لمعان المنبع الراديوى الشبيه بالنجوم 3C345 فى النطاق الطيفى B لنظام UBV .

تم حتى الآن معرفة الإزاحه الحمراء لأكثر من ١٠٠ منبع راديوى شبيه بالنجوم وأكثر من ٥٠ جسما شبيها بالنجوم . وعلى العكس من المجموعات النجوميه العاديه فإنه لم يمكن الإستدلال على علاقة بين قيمة الإزاحه الحمراء واللمعان الظاهرى للأجسام ، أى أنه ليس هناك دليل على ← ظاهرة هبل يقدر العدد الكلى لشبيهات النجوم بما فيها المنابع الراديويه الشبيهه بالنجوم بحوالى ١٠٠٠٠٠ . وشبيهات النجوم أغلبها أحادية الأجسام . إلا أنه أمكن التحقق من أن أحدها ينتمى إلى حشد من المجرات مكون من أربع مجموعات نجوميه عاديه ، حيث أن إزاحته الحمراء على وجه التحديد مساويه لما لتلك المجموعات من الناحية العمليه .

إننا لانكاد نعرف شيئا عن الظروف الفيزيائيه فى للمنابع الراديويه . يرجع ذلك إلى أن البعد الحقيقى لهذه الأجسام غير معروف بطريقة أحادية الدلاله . وعلى ذلك فلانعرف كيف نعلل الإزاحه الحمراء . وهناك ثلاثة إمكانيات . الأولى تنطلق من إفتراض أن الإزاحه الحمراء ظاهره كسمولوجيه ، أى ناتجه من تمدد الكون ، وهى بذلك تماثل ما تم رصده فى المجموعات النجوميه العاديه من إزاحة حمراء (← ظاهرة هبل) . ويعضد هذه النظريه ما ذكرنا من إمكاننا إستنتاج إنتماء جسم شبه نجمى إلى حشد من المجرات ؛ فى هذه الحالة على الأقل تبدو إزاحته الحمراء ، وتبلغ Z = ٠٫٠٩٥ ، كسمولوجيه المنشأ . أما بالنسبه للمنابع الراديويه التى لها قيماً كبيره جدا فإننا نحصل على مسافات بعيده جدا . ولو صح هذا فإن تلك الكوازار تكون أبعد الأجسام بالنسبه لنا ، ويكون لها قوة إشعاع تتمشى مع ذلك ويقدر بحوالى ١٠٠ مره أكبر من ألمع المجموعات النجوميه الخارجيه . يتطلب هذا أيضا أن تنطلق تلك الطاقه العاليه من حجم صغير نسبيا ، الأمر الذى يتطلب تركيز طاقة كبير . وفى هذا الشأن يعتقد بوجود تشابه بين المنابع الراديويه الشبيهه بالنجوم وبين مجرات زيفرت ، التى توجد أيضا فى مناطق نواتها طاقة عاليه ، وإن لم تبلغ قيمة ما فى المنابع الراديويه . وهناك أيضا خصائص طيفيه معينه تدل على تلك القرابه وبالمثل فإن لبعض مجرات زيفرت تأرجحات فى اللمعان الظاهرى . ونظرا لأن درجة تركيز الطاقه فى الأجسام الشبيهه بالنجوم سوف تكون أكبر بأقدار عديده عما يجاورها من مجرات ، فى حالة إفتراض معاملتها كظاهره كسمولوجيه ، لذلك فإن نظرية أخرى تنطلق من كون هذه الأجسام الراديويه قريبه نسبيا، أى محليه، تنطلق بسرعة عاليه من نواة **مجرتنا** أو المجرات المجاوره . وفى هذه الحالة فإن الإزاحه الحمراء تنشأ من ظاهرة دوبلر . وبالنظر إلى أننا لم نتمكن حتى الآن من قياس آية حركة ذاتيه لتلك الأجسام فإنه يتضح أنها توجد على أبعاد لا تقل عن ٢٠٠ كيلو بارسك . من هذا التقدير للمسافه ومن تقديرات مماثله للكتله وللعدد الكلى للمنابع الراديويه الشبيهه بالنجوم يمكن حساب الطاقه التى يتطلبها مثل هذا التمدد . وقد وجد أن هذه الطاقه تناظر ما ينتج من تحويل $١٠^{٩}$ مره قدر كتلة الشمس إلى طاقه حسب مبدأ التكافؤ لآينشتين (← نظرية النسبيه) . ولما كانت الماده فى نواه المجره أقل بكثير من $١٠^{٩}$ مره قدر كتلة الشمس لذلك فإن الطاقه لا تكفى لحدوث مثل هذا الإنفجار . وهناك نظرية ثالثه تفترض أن الإزاحه الحمراء يمكن تعليلها بأنها إزاحه حمراء نسبيه (← نظرية النسبيه) . يتطلب ذلك كميات هائله ومركزه من الكتله محاطه بطبقات غازيه رقيقه وذلك لتعليل الخطوط الممنوعه . ويصل ما يلزم من كتله إلى حوالى $١٠^{١٤}$ مره قدر كتلة الشمس . وعليه فإن المنبع الراديوى الشبيه بالنجوم يكون له كتله من ١٠٠ إلى ١٠٠٠ مره قدر كتلة مجموعة نجوميه عاديه ، الشئ الذى يبدو غير محتمل .

لم يمكن حتى الآن تفسير الإختلافات فى الإزاحه الحمراء لنفس المصدر . ومن الممكن أن تكون هذه الأجسام عباره عن طبقات تتمدد بسرعات مختلفه .

كما يمكن كذلك أن يكون قد إنطبع فى طيف هذه الأجسام خطوط إمتصاص سواء من سحب غازيه موجوده بين الكواكب أو من مجموعات نجوميه أخرى فى هذه الحاله لابد أن تكون الإزاحه الحمراء للسحب أو المجموعات النجوميه الأخرى أقل فى المقدار عن المنابع الراديويه نظرا لقرب السحب أو المجموعات النجوميه . يمكن أيضا أن تكون خطوط الإمتصاص ناشئه من طبقات غازيه حول المنابع تسود فيها مجالات جاذبيه مختلفه . من هذا كله يتضح أن جميع المحاولات لتفسير المنابع الراديويه الشبيهه بالنجوم تصطدم بصعوبات كثيره .

كان إكتشاف أول مصدر راديوى شبيه بالنجوم فى عام ١٩٦٣ .

المنابع الراديويه النابضه

pulsars
pulsars *(pm)*
Pulsars, pulsierende Radioquell *(pf)*

← البلسار .

مناطق -R

R - regions
régions - R *(pf)*
R - Gebiete *(pn)*

هى مناطق فى الكورونا الشمسيه تشارك لأوقات قصيره وبجزء متغير فى الاشعاع الراديوى من ← الشمس ، وليس لها علاقه بالظواهر الشمسيه الأرضيه .

المناطق المختاره

selected areas
aires choisiers *(pf)*
selected areas

هى ٢٠٦ منطقه موزعه بانتظام وتماثل حول مستوى التماثل المجرى فى السماء ويضاف إليها ٤٦ منطقه أخرى فى مناطق خاصه من الطريق اللبنى ؛ وفى هذه المناطق يتم إحصاء النجوم ودراسة خصائصها الفيزيائيه والكيناتيكيه حسبما إقترح «كابتين» . وما نحصل عليه من تعداد النجوم فى هذه المناطق المختاره يتخذ نمطا لجميع أجزاء السماء ويمثل أسس الإحصاء النجمى الحديث . ولابد لنا من الإكتفاء بالمناطق المختاره حيث أن عدد النجوم يزداد بدرجة كبيره كلما قل اللمعان ، لدرجة أنه حتى بالوسائل الحديثه لا يمكن إستيعاب جميع السماء . وحجم المنطقه المختاره عباره عن ٧٥ × ٧٥َ .

المنبع

radiant, meteor radiant
radiant *(sm)*, **point radiant** *(sm)*
Radiant *(sm)*, **Radiationspunkt** *(sm)*

هو نقطة بداية مدار ← تيار شهب على الكره السماويه .

المنبع الراديوى

radio source
radisource *(sf)*
Radioquelle *(sf)*

هو منطقه فى السماء ضيقه الحدود يزيد إشعاعها عن الإشعاع الراديوى العام للمناطق المحيطه . وقد تم إكتشاف منبع الدجاجه فى عام ١٩٤٦ ، فى كوكبة الدجاجه ، كأول منبع راديوى . وازداد عدد المنابع الراديويه بشده بعد أن تم مسح السماء بأجهزة ذات كفاءة تفريق عاليه . وسميت المنابع الراديويه أولا بأسماء الكوكبات التى تحتويها ، على أن يميز ترتيب إكتشافها بحرف لاتينى مثل الدجاجه A . إلا أن هذه الطريقه أصبحت غير عمليه نتيجة كثرة الإكتشافات . وحاليا فإن المنابع الراديويه تسمى بأرقام المصنف الذى أدرجت فيه لأول مره . فمثلا 3c48 تدل على المنبع الراديوى رقم ٤٨ فى المصنف الثالث لجامعة كامبردج بإنجلترا . ولاتزال المصادر الراديوية القويه محتفظة بأسمائها القديمة .

للمنابع الراديويه عموما طيف مستمر . ويأتى الشذوذ عن ذلك فقط من سحب غاز ما بين النجوم ، التى يمكن أن يكون لها كذلك خطوط إنبعاث أو إمتصاص فى النطاق الراديوى . وأشهر خط هو ذى الطول الموجى ٢١ سم الذى ينشأ من غاز

هيدروجين ما بين النجوم المتعادل . بالإضافة إلى ذلك يتم رصد خطوط إستئناف الإتحاد للهيدروجين والجزئيات الأخرى ، ← إشعاع الذبذبات الراديوى . إن الأبحاث الطيفيه على النابع الراديويه ذات الطيف المستمر صعبه ، لأنها تقتضى قياسات دقيقه لشدة الطيف فى الأطوال الموجيه المختلفه . وهناك جزءا من المنابع الراديويه يبعث ← بإشعاع راديوى حرارى ، وإن كانت غالبيه المنابع الراديويه غير حراريه الإشعاع وربما كان إشعاعها سينكروترونيا . وعلى النقيض من الإشعاع الحرارى فإن شدة الإشعاع غير الحرارى تقل بشدة ناحية الموجات القصار ، أى ناحية الذبذبات الأعلى . ويتم تمييز الإنخفاض فى الشده بمعامل طيفى γ^{x} : فالشده تتغير مع الذبذبة γ على شكل تناسب مع . وفى المتوسط فإن x = ـ ٨ر٠ ويبدوا أن المعامل المعامل الطيفى يعتمد على نوع المنبع الراديوى ؛ ففى المنابع المجريه تبلغ متوسط قيمته ـ ٦ر٠ بينما تتراوح هذه القيمه فى المنابع الخارجيه من ـ ٩ر٠ إلى ـ٢ر١ .

وأحيانا يتم تمييز شدة إشعاع منبع راديوى ما بواسطة لمعانه الراديوى المقاس m_R (← اللمعان) .

وحتى نتبين طبيعة المنبع الراديوى فإننا نحاول بإهتمام البحث عن مطابقة بين أماكنها وأماكن الأجسام المرئيه بالوسائل البصريه . إلا أن ذلك لم يتم إلا لعدد قليل نسبيا . ويرجع بعض السبب فى ذلك إلى صغر كفاءة تفريق الأجهزة الراديويه . أما فى حالة المنابع ذات الأهميه الخاصة فإن مكانها يتحدد بدقة كافيه بواسطة مجموعات تداخل ، لدرجة تجعل البحث لها عن تطابق مع الأجسام البصريه ممكنا . وفى الغالب فإننا لا نجد فى مكان المنبع الراديوى أجساما بصريه تدل دلالة واضحه على المنبع .

وتنقسم المنابع الراديويه إلى : (١) منابع راديويه مجريه و(٢) منابع راديويه خارجيه .

(١) المنابع الراديويه المجريه : من بين المنابع الراديويه التى تم التعرف عليها يوجد عدد كبير من السدم المجريه الإنبعاثيه ، أى مناطق **HII** الكثيفه من غاز ما بين النجوم . من هذه المنابع سديم الجبار وسديم أمريكا الشماليه . وهى تشع حراريا بما يتناسب ودرجة حرارتها التى تتراوح من ٦٠٠٠ إلى ٨٠٠٠ درجه . ويمكن إستقبال هذا الإشعاع بصورة جيده على وجه الخصوص فى الموجات الديسمتريه ، لأن الإشعاع الغير حرارى من الأماكن المحيطه ضعيف بدرجة كبيرة فى هذا النطاق الطيفى . وعلى العكس من ذلك فى الأطوال الموجيه الأطوال من ١٠ م حيث يزيد غير الحرارى على الحرارى من الإشعاع لمناطق **HII** ، بدرجة تبدو معها هذه المناطق داكنه إلى حد ما بسبب عدم نفاذيتها للإشعاع غير الحرارى من الأماكن المحيطه . كذلك فإن السدم الكوكبيه معروفه بكونها منابع راديويه حراريه .

من المنابع الراديويه الشديده ، التى ينبعث منها إشعاع راديوى غير حرارى ، ما أمكن التحقق من تطابقه مع بقايا سوبر نوفا . وأشهر مثال لذلك المنبع الراديوى **الثور -A** فى ← سديم السرطان . فمن هذا المنبع ينبعث فى النطاق الراديوى إشعاع سينكروترونى . كذلك وجدت عند مكانى زوج السوبر نوفا الآخرين من النوع I ، اللذان أمكن رصدهما رايويا فى سكة التبانه ، فى النطاق البصرى سديم إنبعاثى لهى الشكل . وتم بدقة بالغة دراسة المنبع الراديوى **ذات الكرس -A** (**كاشيوبيا -A**) . وفى هذا المكان تم بواسطة التلسكوب العاكس ٥ م إكتشاف سديم دائرى الشكل قطره الظاهرى من ٣َ إلى ٤َ ، يتكون من حوالى ٢٠٠ لهيبا وعقده مميزين . ويبدو أن الألسنه سريعة الحركة تكون أغلفه غازيه ، فهى تبتعد عن مركز السديم بحوالى ٣٩ر٠ً فى السنه . من ذلك ومن سرعة تمدد الأغلفه الغازيه ، التى أمكن قياسها طيفيا بحوالى ٧٤٠٠ كم/ث ، أمكن تحديد بعد السديم عنا بحوالى ٣٤٠٠ بارسك . تقدر

كتلة السديم بحوالى كتلة الشمس . فإذا صح أن كانت سرعة التمدد ثابته فإن التمدد لابد أن يكون قد بدأ قبل ٢٦٠ عاما . ويكاد يكون الإعتقاد مؤكدا بأن هذا الجسم هو عباره عن بقايا سوبر نوفا من النوع II . فى هذا النوع بالذات أمكن التحقق من وجود سرعات تمدد عاليه مشابهه . أما عدم وجود أنباء عن مثل هذه السوبر نوفا فهو مفهوم : إذ أن لمعانها الأقصى يبلغ فقط القدر الخامس ، وذلك نظرا لوجود إستبعاد غير نجمى فى إتجاه هذه السوبر نوفا . أمكن كذلك فى كوكبة الدجاجه التعرف على منبع راديوى له ألسنه على شكل منحنيات ظاهره بصريا ، **منحنيات الدجاجه الكبرى** ، وينتمى أيضا إلى غلاف متمدد قطره الظاهرى ٣° . ويتمدد هذا الغلاف الغازى أبطئ بكثير من تمدد منبع كاثيوبيا -A : فتبلغ سرعة التمدد حوالى ١١٥ كم/ ث ويزداد القطر الظاهرى بمقدار ٠٫٠٦″ فى العام . من ذلك نستنتج مسافة الجسم بحوالى ٧٧٠ بارسك ، وقطره بحوالى ٤٠ بارسك . ويقدر كتلة الأجزاء المرئيه من الغلاف الغازى بحوالى ٠٫١ من كتلة الشمس . أما الكتله الكليه فهى أكبر من ذلك بكثير . ويعتقد بأن هذا المنبع الردايوى قد نشأ من إندفاع غلاف غازى بسرعه كبيره أثناء إنفجار سوبر نوفا من النوع II وفرملته فى غاز ما بين النجوم وذلك قبل حوالى من ٥٠٠٠٠ إلى ١٥٠٠٠٠ سنه . ومن المحتمل أن تكون الظروف مشابهه فى حالة المنابع الراديويه غير الحراريه ، التى لم نتمكن إلى الآن من تعريفها بسدم مجريه . من هنا يبدو ممكنا أن كل ما يوجد من منابع راديويه غير حراريه فى سكة التبانه هى بقايا سوبر نوفا من النوعين الأول والثانى ، ويرى إشعاع هذه المنابع الراديوى ـ تبعا لنتائج الأبحاث على سديم السرطان ـ على وجه العموم كإشعاع سينكروترونى .

إن إحتمال التطابق بين المنابع الراديويه النابضه ، أى ← البلسار ، وبين بقايا السوبر نوفا قوى . إلا أن ما يظهر فى هذه الأجسام من إشعاع راديوى نابض لا ينشأ من الأغلفه الغازيه المنطلقه وإنما من النجم الباقى نفسه . ويساعد على توضيح ذلك مطابقه بلسار من النجم المركزى الذى ينبض بنفس الدوره فى ← سديم السرطان .

يمكن من ← النجوم المتأججه ، وهى نجوم مجموعة خاصه ، إستقبال أشعه راديويه . وبعض هذه النجوم ليس لها فقط إرتفاع مفاجئ فى اللمعان فى النطاق البصرى وإنما يلازم ذلك أيضا ما يشابهه فى الاشعاع الراديوى . ومن المحتمل أن تكون نشأة الإشعاع الراديوى راجعه إلى كل من ذبذبة البلازما وميكانيكية السينكروترون ، الذى يلعب دورا فى النبضات الإشعاعيه (الانفجارات) ← للشمس .

يرجع السبب فيما وجد من معرفة تطابق عدد قليل فقط من المنابع الراديويه بالأجسام المجريه أيضا إلى أنها تختفى فى الغالب خلف سحب ترابيه كثيفه ؛ وهذه وإن كانت تترك الإشعاع الراديوى يمر إلا أنها تمتص الموجات الأقصر وبدرجة كبيرة . مثل هذه الظروف تحيط على سبيل المثال بالمنبع الراديوى الشديد القوس -A ، الذى يوجد فى نواه ← سكة التبانه وقطره حوالى ٢° . وهذا المنبع معقد التركيب إلى حد ما ، فهو يتكون على الأقل من أربع منابع حراريه ، أحدها متسع بعض الشئ ومنطبق مع آخر غير حرارى . بالإضافه إلى ذلك يوجد فى هذه المنطقة عديد من المنابع الراديويه التى نحس بها إما بواسطة ما تمتصه أو ما تشعه من خطوط الجزئيات فى النطاق الراديوى .

(٢) المنابع الراديويه الخارجيه : يمكن التمييز بين ثلاثة مجموعات من الأجسام الموجوده خارج سكة التبانه والتى أمكن التعرف على مطابقتها بصريا لمنابع راديويه : (أ) المجموعات النجوميه العاديه ، (ب) المجرات الراديويه ، التى تعتبر شديدة الإشعاع الرديوى بالنسبه للمعانها البصرى ، ثم (ج) المنابع الراديويه الشبيهه بالنجوم والتى تعرف أيضا بالكوازار .

(أ) أمكن التأكد بصريا من تطابق ٨٠ منبعا راديويا مع مجموعات نجوميه عاديه وهذا فى حالة المجموعات النجوميه القريبه والتى تظهر لذلك لامعه فى النطاق البصرى . وتحت هذه تنطوى سحابتى مجلان وسديم المرأه المسلسله . وجميع هذه المجموعات عباره عن مُشعات راديويه خافته نسبيا . ولو أنها كانت أبعد من ذلك ٤٠ مره لما تمكنا من مشاهدتها كمنابع راديويه ولكننا كنا لانزال نراها بصريا . ويمكن الحصول على مقارنه بين قوة الإشعاع الراديوى البصرى عن طريق الفرق بين اللمعانين($m_r - m_{ph}$) تبلغ هذه القيمه فى المتوسط حوالى ٨ر٠ قدرا بالنسبه للمجموعات النجوميه الحلزونيه . ولو أننا خارج سكة التبانه لحصلنا لها على قيمة مماثلة . وبعض المجموعات النجوميه مثل سديم المرأه المسلسله تبدو مثل سكة التبانه ، محاطه بكورونا مشعه فقط فى النطاق الراديوى . أى أنها كمنبع راديوى أكبر قطرا منها كمنبع بصرى . وهناك مجموعات أخرى بها منبع مركزى شديد يناظر نواة هذه المجموعات . ويمكن بواسطة شدة الخط ٢١ سم ، الذى نستقبله من بعض المجموعات ، إستنتاج كتلة محتواها من الهيدروجين المتعادل : وعلى ذلك فإن المجموعات النجوميه الحلزونيه تحتوى ماده غير نجوميه مثل سكة التبانه .

تختلف الظروف بالنسبه للمجموعات النجوميه غير المنتظمه ، مثل سحب مجلان ، عما هى عليه بالنسبه للمجموعات النجوميه الحلزونيه . فنسبة الإشعاع الراديوى إلى البصرى أقل مما هى عليه فى حالة المجموعات النجوميه الحلزونيه . وعلى ذلك فإن الفرق بين اللمعان الراديوى والبصرى أكبر ، وبالتحديد فإن ($m_E - m_{ph}$) يساوى ٣ تقريبا ، على أن إشعاع الخط ٢١ سم مؤكد أكثر . كما أن هناك سحبا منفصله من الغاز غير النجمى يمكن التحقق منها ، الشئ الذى ينطبق أيضا على سديم المرأه المسلسله .

ومن المجموعات النجوميه الإهليجيه (أى ذات الشكل الإهليجى) فإننا نستقبل عموما إشعاع راديويا أقل مما نستقبل من المجموعات الحلزونيه . ويبدو أن ذلك له علاقه بماده ما بين النجوم التى ينعدم وجودها عمليا فى المجموعات الإهليجيه .

لتعليل نتائج الأرصاد فى حالة المجموعات النجوميه الحلزونيه فإننا نقارنها ← بالإشعاع الراديوى لسكة التبانه . فكل ما وجد فى كليهما متشابه تقريبا .

(ب) أمكن التأكد من تطابق حوالى ١٠٠ منبع راديوى شديد جدا مع مجموعات نجوميه ، يفوق إشعاعها الراديوى الإشعاع الضوئى ، ولذلك سميت بالمجموعات النجوميه الراديويه (المجرات الراديويه) . وبالنسبه لهذه المجرات يمكن أن يبلغ الفرق بين اللمعان الراديوى والضوئى من ـ ٤ إلى ـ ١٣ قدرا . وقد وجد أيضا أن هذه المجرات لها خصائص بصريه تميزها عن المجرات الأخرى . وكانت أول مجره راديويه أمكن التعرف عليها هى **الدجاجه -A** ذات اللمعان الفوتوغرافى ٩ر١٧ قدرا فقط إلا أنها ثانى منبع راديوى معروف فى السماء . توجد هذه المجره على بعد حوالى ٢٣٠ مليون بارسك من مجرة سكة التبانه . ومما يميز الدجاجه -A ـ مثلما يميز المجرات الراديويه الأخرى أيضا ـ أن الجزء الأساسى من الإشعاع الراديوى ينبعث من مركبتين منفصلتين ، توجد بينهما باقى المجموعة النجوميه . والإشعاع الراديوى ليس حراريا وإنما عباره عن إشعاع سينكروترونى . وقد رصد أيضا منبعا مزدوجا تنتظم بينه ما ينتمى إلى المجموعة النجوميه وذلك فى حالة المنبع الراديوى قنطورس -A . بالإضافه إلى ذلك فإن هناك أيضا منبعا راديويا مزدوجا آخر يوجد متماثلا بالنسبه لحزام ترابى ملتف حول نواة المجموعة النجوميه . ومما يبدو قريبا إلى الفهم أن تكون نشأة هذه المنابع الراديويه المزدوجه راجعه إلى إنفجارات هائله فى داخل المجموعة النجوميه ، تتسبب فى دفع كتل غازيه محتويه

على إليكترونات ومجالات مغناطيسيه إلى ناحيتين وكلاهما ضرورى للإشعاع إلسينكروترونى . أمكن التأكد من تطابق المنبع الراديوى **العذراء -A** ضوئيا مع مجموعة نجوميه منعزله وشاذه . وهذه المجموعه هى NGC 4486 ، الذى ينطلق من مركزها لسان مادى إلى مسافة بعيده عن المجموعه (الشكل) . والاشعاع فى هذا اللسان مستقطب بدرجة كبيره . لذلك يُفترض أن يكون هذا إشعاع سينكروترونيا . وفى المجموعة النجوميه M82 ، المعروفه بأنها منبع راديوى منذ عام ١٩٦١ ، أمكن أيضا رصد عمليات مشابهة للإنفجارات ضوئيا . وكما توضح الحسابات فإن الإنفجار حدث قبل ١٫٥ مليون سنه ، وتسارعت بسببه كتلة تبلغ حوالى ٥ × ١٠^٦ مثل كتلة الشمس ، عموديا على مستوى تماثل المجموعه بسرعه بضع آلاف الكليو مترات فى الثانيه . ومن الممكن أن يكون هناك فى أثناء ذلك منبع راديوى فى طور النشؤ وله تركيب مماثل لمنبع الدجاجه -A أو قنطورس -A .

إن العدد القليل من المنابع الراديويه التى أمكن التعرف عليها يجعلنا نعتقد بأن غالبية هذه المنابع عباره عن مجرات راديويه بعيده . فنبع الدجاجه -A على سبيل المثال ، كان لا يمكن تمييزه بصريا حتى بأكبر المناظير ، لو أنه كان على مسافه أكبر ٥ مرات عن مسافته الحاليه ، ولو أنه فى هذه الحاله سوف لايزال مميزا كمنبع راديوى . يرجع ذلك إلى أن مدى الأرصاد فى النطاق الراديوى أبعد عنه فى النطاق البصرى . من هنا فإنه من الممكن أن تأتى الأرصاد الراديويه الدقيقه بمفاتيح قيمه للكسمولوجى ؛ فهناك نماذج كونيه لا نستطيع التفريق بينها إلا فى حالة الأبعاد الكبيره جدا .

(ج) تكون ← المنابع الراديويه الشبيهه بالنجوم (الكوازار) مجموعه منابع راديويه خارجيه لايزال إلى حد كبير كل من أبعادها وتركيبها الطبيعى غير معروفين .

مناطق إنبعاث

emission regions
régions d'emission *(pf)*
Emissionsgebiete *(pn)*

هى مناطق تضئ فيها ← مادة ما بين النجوم إضاءه خافته .



المجموعة النجومية NGC 4486 (M87) فى كوكبة العذراء . وهذه المجموعة النجومية هى المنبع الراديوى العذراء -A ، الذى يبلغ قطره الزاوى حوالى ٤′ ولمعانه الظاهرى من القدر التاسع .

مناطق الهيدروجين الانبعاثية

hydragen emission regions
régions emissives d'hydrogène *(pf)*
Wasserstoff - Emissionsgebiete *(pn)*

هى مناطق فى مجرة سكة التبانة يظهر فيها ← غاز ما بين النجوم خافت الضوء.

مناطق الهيدروجين التى تحدث فيها تيارات الحمل

hydrogen convetive zones
zones convectives d'hydrogène *(pf)*
Wasserstoffkonvektionszone *(pf)*

هى طبقات تحت سطوح كثير من النجوم وعلى سبيل المثال أيضاً الشمس التى تحدث فيها تيارات حمل شديده. وتظهر فى النجوم تيارات حمل. أى أن ما ينتج من طاقة فى الأماكن الداخليه ينتقل كله أو بعضه إلى الخارج خلال صعود مادة ساخنه، وذلك فى الأماكن التى لا يكفى فيها إنتقال الطاقه عن طريق الإشعاع. وهذا هو الحال فى كل الاماكن التى تنخفض فيها درجة الحراره بشده ناحية الخارج (← تركيب النجوم)، الشئ الذى يمكن أن يحدث فى طبقات عديده من النجم. وفى مناطق تيارات حمل الهيدروجين تنشأ هذه الظروف من وجود منطقة إنتقال بين طبقة خارجيه أبرد، فيها الهيدروجين متعادل فى غالبيته، وطبقة أعمق وأسخن يكون فيها الهيدروجين كامل التأين. ويتوزع إلى حد ما فى هذه المناطق تيار الإشعاع النافذ إلى الخارج لأن الهيدروجين المتعادل يمتص بدرجة أشد من غير المتعادل، ولذلك فإن إنتقال الطاقه فى تلك المناطق يتم غالبا عن طريق تيارات الحمل. ولمناطق تيارات الحمل هذه فى النجوم المختلفه إمتدادات مختلفه. فمثلا يصل إمتداد منطقه تيارات الحمل فى ← الشمس إلى ١/١٠ نصف قطر الشمس.

مناطق -UM

UM - regions
régions - UM *(pf)*
UM - Gebiete *(pn)*

هى مناطق فى ← الشمس يوجد بها مجال مغناطيسى أحادى القطب.

المنحنى الضوئى

light curve
courbe de lumière
Lichtkurve *(sf)*

هو التمثيل البيانى بين اللمعان الظاهرى والزمن للأجسام الغير أرضيه، مثل المذنبات والكواكب والأقمار والنجوم المتغيره. ونشاهد أمثلة للمنحنيات الضوئيه فى كل من ← نجوم RR السلياق و ← نجوم R الإكليل الشمالى و ← المتغيرات الكسوفيه.

منسوب إلى مكان المشاهده كموقع متوسط

topocentric
topocentrique
topozentrisch

← توبوسنتريك.

منطقه BM

BM - region
région - BM
BM - Gebiet *(sn)*

من مناطق ← الشمس التى يوجد بها مجالين مغناطيسيين معاكسين لبعضهما وقريبين (مجال دايبولى).

منطقة الشعيلات الشمسيه

facular region
région facule *(sf)*
Fackelgebiet *(sn)*

← الشعيلات الشمسيه.

منطقة -M الشمسيه

M - region
région M *(sf)*
M - Gebiet *(sn)*

هى منطقه نشاط فى ← الشمس ينبعث منها إشعاع جسمى.

منطقة الظل

umbra
ombre *(sf)*
Umbra *(sf)*

هى منطقة النواه الداكنه فى ← الكلف الشمسى.

منطقة HI

HI region
région HI *(sf)*
HI - Gebiet *(sn)*

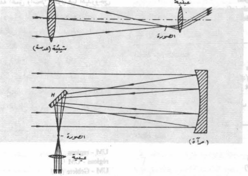
هى المنطقة فى فضاء ما بين النجوم التى يكون فيها الهيدروجين متعادلا ؛ أما إذا كان هذا الهيدروجين متأنيا فتسمى المنطقه بإسم **منطقه HII** ؛ ← غاز ما بين النجوم .

المنظار

telescope
lunete *(sf)*
Fernrohr *(sn)*

هو جهاز ضوئى يمكن بمساعدته تكبير زاويه الرؤيه وتصوير شئ ما وتجميع الضوء الساقط على مساحة كبيره فى منطقة صغيره بحيث يصبح أكثر فاعليه وتعتبر المناظير بمختلف أنواعها أهم الأجهزة التى يعمل عليها الفلكيون فى أرصادهم . فبواسطة المناظير يتم رصد ومشاهدة الأجرام السماويه ـ أى أن المناظير تستعمل ككاميرات ـ وبواسطتها تقاس الأبعاد الزاويه بين النجوم أو يستعمل ما تجمع بواسطتها من ضوء فى قياس اللمعان أو فى الفحوص الطيفيه عن طريق تحويل هذا الضوء إلى فوتومتر أو مطياف . ويختلف بناء المناظير حسب الغرض المراد إستعمالها فيه . وأهم جزء فى المنظار هو الشيئيه ، التى تجمع الضوء وتكون الصوره . وتتكون شيئيات المناظير من عدسات مجمعه أو مرايا أو تركيبه من العدسات والمرايا . وتسمى المناظير ذات العدسات مناظير عدسيه أو كاسره . أما المناظير التى يتكون نظامها الضوئى من مرايا فتسمى مناظير عاكسه . وبشئ أكثر دقه إنظر ، ← منظار عاكس .

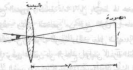
وتحت الكاسرات يتم التفريق بين المناظير الفلكيه والأخرى الهولنديه . **والمنظار الفلكى أو منظار كبلر** مركب بحيث تتكون صوره أولا عن طريق الشيئيه للجسم المراد مشاهدته (الشكل) . ويحدث ذلك عن طريق إنكسار الضوء فى العدسه المجمعه ، وتكون الصوره المتكونه مقلوبه ويتم مشاهدتها فى المناظير البصريه من خلال عدسه مجمعه صغيره ، هى العينيه ، من على مسافة بسيطه مثل اللوبه . وفى حالة



١ كروكى مسار الأشعة فى (a) المنظار الكاسر و (b) المنظار العاكس وتدل H على المرآة الثانوية التى تنقل بؤرة المرآة الرئيسية خارج والى جانب أنبوبة المنظار.

مناظير التصوير يتم الإستغناء عن العينيه بلوح فوتوغراف يوضع فى المستوى التى تتكون فيه الصوره. وكون الصوره مقلوبه لا يؤثر على الأرصاد الفلكيه. فى حاله الأهداف الأرضيه يتم تعديل الصوره عن طريق إستعمال عدسات أخرى أو منشورات زجاجيه. وبهذه الطريقه يتكون **المنظار الأرضى**. والمناظير الصغيره أو مناظير الأوبرا تم بناؤها تبعا لنظرية **المناظير الهولنديه** أو **مناظير جاليليو**. فى كليهما تستعمل عدسه مفرقه كعينيه قريبه من الشيئيه بحيث تخرج منها الأشعه الضوئيه متوازيه قبل أن تتجمع فى صورة حقيقيه. ولا تجد هذه الأنواع من المناظير تطبيقا لها فى الفلك ولذلك لا داعى لشرحها أكثر من ذلك هنا.

إن المنظار العاكس يعمل تبعا لنفس النظريه مثل المنظار الفلكى، إلا أن الصوره تتكون بالإنعكاس على المرآه الرئيسيه (الشكل).



٢ **طول الصورة l التى تتكون بواسطة عدسة بعدها البؤرى f لجسم زاوية رؤيته ω.**

يتم تركيب شيئيه المنظار وعينيته أو الكاسيت، التى يوضع فيها اللوح الفوتوغراف الحساس، فى حالة الإستعمال الفوتوغراف، فى أنبوبة غير قابلة للثنى. وفى حالة المناظير الكبيره تستخدم بدلا من ذلك الأنبوبه المشرعه من أعمدة الصلب. وفى حالة المنظار الكاسر يتم إطالة الأنبوبه عن طريق أنبوبه واقيه فوق العدسه وذلك لتجنب إصطدامها بأى شئ.

العينيات: تتكون العينيه المستعمله لرؤية الصوره التى يتم تكوينها بواسطة الشيئيه، فى أبسط صورها من علسة مجمعه واحده. وغالبا ما تحتوى العينيه بجانب العلسه الموجوده أمام العين مباشرة على عدسة أخرى هى **عدسة المجال أوعدسة التجميع، التى تعمل على تكبير مجال الرؤيه، الذى نراه فى العينيه**. وحسب وضع علسة المجال بالنسبه للصوره يتم التمييز بين نوعين أساسيين من العينيات. فى عينيه هيجنز توجد الصوره التى تكونها الشيئيه بين علسة المجال وعدسة العين. وفى مستوى الصوره يمكن وضع صليب من الخيط يثبت جيدا مع العينيه. وفى هذه الحاله لا يمكن الوصول إلى مستوى الصوره بحريه. أما فى عينيه رامسدن فتقع الصوره، التى كونتها الشيئيه (بالنظر إليها من الشيئيه)، أمام كل من علستى المجال والعين، أى خارج العينيه تماما. وفى هذه الحاله فإن مستوى الصوره سهل الوصول إليه، ويمكن فيه وضع أجهزة مساعده مثل الميكرومتر، الذى يمكن أن يظل باقيا على المنظار حتى فى أثناء تغيير العينيه. وتبعا لهذا النوع تم بناء عينيه كلنر كثيره الإستخدام، لكن علسة العين فيها مكونه من علستين ملتصقتين. وهناك عينيات أكثر تعقيدا، لأغراض خاصه، مكونه من علسات كثيره جزء كبير منها ملتصق ببعضه.

كفاءة المناظير: يسمى المستوى الذى تتكون فيه الصوره بواسطة الشيئيه، سواء أكانت هذه علسه أو مرآه عاكسه، **بالمستوى البؤرى**. ويقطع هذا المستوى محور العلسه أو المرآه فى **البؤره**. ويسمى بعد البؤره عن منتصف العلسه أو المرآه **بالبعد البؤرى**. كما يسمى قطر العلسه أو المرآه **بفتحه المنظار** والنسبه بين الفتحه D إلى البعد البؤرى f للشيئيه **بنسبه الفتحه** $\frac{D}{f}$. فعلى سبيل المثال نسبة الفتحه (الصغيره) ١/١٥ تعنى أن البعد البعد البؤرى للشيئيه يبلغ ١٥ مره مثل فتحتها، كما أن نسبة الفتحه (الكبيره) ١/٣ تعنى أن البعد البؤرى يبلغ فقط ٣ مرات قدر الفتحه.

تكون الصوره، المتكونه من شيئية ما (عدسة أو مرآه) فى مستواها البؤرى، كبيره كلما زاد القطر

الزاوى ω للجسم ، الذى يراد رؤيته ، وكلما زاد البعد البؤرى f للشيثيه (الشكل) . ويعطى قطر الصوره ℓ بالعلاقه : $\ell = 0.175\,\omega . f$ وذلك إذا قيست ω بالدرجات وعندما تكون صغيره وهو الغالب فى الفلك . وفى حالة بعد بؤرى = ١٠٠ سم فإنه ، حسب العلاقه السابقه ، يتم **تكوين صوره لها فى ١٫٧٥ سم إذا كان القطر الزاوى** للجسم 1° . وشيثيه بعدها البؤرى ١٠٠ سم تكون صورة للشمس بقطر ٠٫٩٣ سم ، حيث أن قطر الشمس الظاهرى ٣٢َ أى 0.533° (وهناك قاعدة تقريبيه فحواها أنه يتكون صوره للشمس قطرها ١ سم إذا كان البعد البؤرى ١ م) .

فى أثناء الرصد البصرى خلال المنظار يظهر الجسم مكبرا . **وتكبير** المنظار يعطى كم مره يتم تكبير الزاويه التى نرى بها الجسم خلال المنظار عن الزاويه التى يشاهد بها الجسم بدون منظار . ومثل هذا التكبير ممكن على الرغم من أن الصوره المكونه بواسطة الشيثيه أصغر كثيرا من الجسم ذاته ، لأننا نرى هذه الصوره خلال عينيه صغيره البعد البؤرى ومن قرب شديد . ويكون تكبير المنظار أكثر كلما زاد البعد البؤرى للشيثيه ، إذ يزداد بذلك حجم الصوره . ويزداد التكبير أيضا كلما قصر البعد البؤرى للعينيه ، لأننا فى هذه الحالة نقترب بالعين من الصوره . وبصوره عدديه فإن تكبير المنظار عباره عن البعد البؤرى للشيثيه مقسوما على البعد البؤرى للعينيه . فى حالة شيثيه ذات بعد بؤرى ١٠٠٠ مم نحصل على تكبير ١٠٠ مره بإستعمال عينيه ذات بعد بؤرى ١٠ مم . وعلى وجه العموم فإن البعد البؤرى لشيثيه المنظار ثابت ، ويتم تغيير التكبير فقط عن طريق تغيير العينيه . وما يدخل الشيثيه من حزمة إشعاعيه قادمه على سبيل المثال من نجم ثابت ، أكبر مما يخرج من العينيه ، والنسبه بين الحزمتين تساوى تكبير المنظار . فإذا أخذنا التكبير بحيث يتساوى قطر الحزمه الإشعاعيه الخارجه من العينيه مع حدقة العين المضبوطه على الظلام ، أى بالتحديد ٨ مم ، فإننا نحصل فى هذه الحالة على ما يسمى بالتكبير العادى أو القياسى ، وفى حالة شيثيه فتحتها D مم فإن قيمة هذا التكبير العادى يساوى $\frac{D}{8}$. **والتكبير المفيد إصطلاحا** هو الذى يساوى تقريبا فتحة الشيثيه بالمليمترات . على أنه يتم إختيار التكبير على حسب الغرض المراد إستخدام المنظار فيه (إنظر بعده) .

لا توجد شيثيه (عدسة أو مرآه) نحصل بواسطتها على صورة خالية من العيوب ، أى طبيعيه بأمانه ، بل إن جميع الشيثيات لها **أخطاء صوره** مختلفه سواء صغيره أو كبيره . وأحد أخطاء الصوره هذه فى حالة العدسه المجمعه هو الزيغ اللونى أو الإزاحه اللونيه ويأتى نتيجة لأن العدسه تكسر الضوء ذى الموجات بدرجات متفاوته . من هنا فإن البعد البؤرى للضوء طويل الموجه (مثل الأحمر) أكثر طولا من البعد البؤرى للضوء قصير الموجه (مثل الأزرق) . ولهذا لا تنتج الصوره واضحة تماما ، بل يلاحظ لها حدودا ملونه . ويمكن التخلص من الزيغ اللونى فى منطقة محدده من الأطوال الموجيه وذلك بعمل شيثيه مركبه من نوعين مختلفين من الزجاج . وليس للمرآه المقعره زيغ لونى ، لأن إنعكاس الضوء عليها لا يعتمد على طول الموجه ، الأمر الذى يعتبر ميزه كبيره . والزيغ الكروى يمثل عيبا آخر من عيوب الصوره ، ويظهر ذلك فى كون المناطق المختلفه من شيثيه ما (سواء عدسة أو مرآه) لها أبعاد بؤريه مختلفه . كما أن تكور الصوره يتسبب فى عدم تكوينها فى مستوى واحد ولكن فى سطح منحنى . ومن عيوب الصوره أيضا الإستجماتزم والكوما ورداءة النوع . ويمكن إزالة أخطاء الصورة المختلفه جزئيا فقط وليس تماما . وتصغر هذه العيوب بصغر البعد عن محور المنظار ولهذا فإنه يمكن فقط إستعمال المنظار فى زاوية بسيطه حول محور المنظار ، أى المجال رؤية محدود . وهذا المجال أكبر فى حالة المنظار الكاسر عنه فى حالة المنظار العاكس .

بصرف النظر عن أخطاء أو عيوب الصوره فإن الشيئيات (عدسات أو مرايا) لا تعطى صورة تامه الوضوح. يرجع ذلك إلى **قدرة التفريق** المحدوده. التى تجعل الفصل بين النقط المتجاوره جدا أمرا مستحيلا. ويظهر منبع ضوء بعيد أو نجم ثابت مثلا بواسطة الشيئيه على شكل قرص كروى (قرص التداخل)، المحاط بحلقات مضيئه وأخرى معتمه. ويرجع ذلك إلى تداخل الضوء عند حافة الشيئيه وبالتالى فإن هذا ليس له آية علاقة بالشكل الحقيقى للنجم. وبالنظر إلى قرص التداخل من الشيئيه نجد أنه يظهر بقطر زاوى قدره α يزداد بزيادة طول الموجه ويقل بزيادة فتحة الشيئيه D. وتنطبق العلاقه: $\alpha = \frac{280}{D}$ للضوء المرئى ذى الطول الموجى ٥٠٠٠ أنجشتروم، إذا قيست α بالثانيه القوسيه و بالمليمترات. كما أن القطر الخطى لجسم التداخل يعتمد أيضا على البعد البؤرى f للشيئيه ويعطى بالقيمه $\frac{f}{D} \times 00135.$ أى أنه يتناسب عكسيا مع نسبة الفتحه. ويمكن التمييز بين منبعين ضوئيين متجاورين، على سبيل المثال نجم مزدوج، وذلك فقط عندما لا يتداخل تماما مجسمات تداخليهما. وفى هذا الشأن يلزم أن يكون البعد الزاوى d بينهما $\frac{115}{D}$ على الأقل، عندما تقاس d بالثوانى القوسيه، D بالمليمترات. وهذا البعد الزاوى الأصغر والذى لايزال من الممكن تمييزه عباره عن قدرة تفريق المنظار ويعتمد فقط على D (بالاضافة إلى طول الموجه)؛ حيث تتحسن قوة التفريق بزيادة فتحة الشيئيه. ولو أننا أردنا رؤية القرصين منفصلين تماما فلابد لنا من زيادة هذا البعد الزاوى إلى ٢َ أى إلى ١٢٠ً وإلا ظهر القرصين فوق بعضهما بالنسبه للعين. لذلك فإن تكبيرا له قيمة الفتحه D للشيئيه بالمليمترات يصبح ضروريا؛ فيلزم لشيئيه ذات فتحه قدرها ٥٠ مم إختيار تكبير قدره ٥٠ مره. أما التكبير الذى يزيد عن ذلك فيعتبر تكبيرا ميتا لا يؤدى إلى تفصيلات جديده وإنما إلى زيادة كبر قرص التداخل. إلا أن ذلك قد يكون مفيدا فى بعض أغراض القياس، حتى أننا أحيانا نعمد إلى إستخدام تكبير يبلغ ضعف التكبير الضرورى. وفى الحقيقه لا يمكننا الوصول إلى قوة التفريق النظريه، لأن عيوب الصوره وعدم إستقرار الهواء يعملان على تكبير البقعه الضوئيه لقرص التداخل. وفى إختبار شيئيات المناظير نقوم برصد ← المزدوجات النجوميه، التى تمتاز بصغر المسافه الزاوية بين فرديها وذلك فى أثناء الظروف الجويه الملائمه أى عند وضوح الرؤية وهدوء الهواء.

للحكم على **القوة الضوئيه** لمنظار يلزمنا التمييز بين إستعماله فى النطاق البصرى أو النطاق الفوتوغرافى وبين إستعماله فى رؤية مصادر ضوئيه نقطيه أى نجوم ثوابت أو فى رؤية أجسام ذات سطوح مثل القمر والكواكب والسدم. (**وفى الإعتبارات الآتية لم يراعى** تأثير كل من عيوب الصوره أو فقدان الضوء فى المنظار). ولما كانت كل الأجسام الفلكيه التى نشاهدها خافته الضوء فإنه من المهم أن يجلب المنظار أكبر كمية من الإشعاع الضوئى فوق مستقبل الإشعاع. أى يجب أن تسقط على وحدة المساحه من سطح المستقبل أكبر كميه من الإشعاع. وفى هذا الشأن لابد من التفكير فى كميه الطاقه الإشعاعيه التى تجمعها الشيئيه (عدسة كانت أم مرآه)، وكذلك مساحة سطح المستقبل، الذى تتوزع عليه هذه الطاقه. ويبدو ذلك بسيطا نسبيا فى حالة الرصد الفوتوغرافى، حيث تتكون الصوره على المستوى البؤرى وفوق اللوح الفوتوغرافى الموجود هناك. وتزداد الطاقة الإشعاعيه المتجمعه بواسطة الشيئيه مع زيادة مساحة فتحتها أى مع مربع فتحة الشيئيه D^2. كما أن كل بُعد من صورة جسم ذو سطوح يزداد مع زيادة البعد البؤرى f للشيئيه وتزداد مساحة الصوره بالتالى مع مربع البعد البؤرى للشيئيه. وعلى ذلك فإن شدة الإشعاع فى الصوره يزداد مع $\frac{D2}{f^2} = (\frac{D^2}{f})$، أى مع مربع نسبة الفتحه. معنى ذلك أنه عند تساوى نسب الفتحات فإن الشيئيات ذات الفتحات الأكبر

لا تعطى لمعان أكثر للأجسام المسطحه وإنما تختلف فقط أبعاد الصوره (مثل طولها وعرضها). أما فى حالة المصادر الضوئيه النقطيه مثل النجوم الثوابت فإن ما تجمعه الشيئيه من طاقة، وتتناسب أيضا مع D^2، يتوزع فقط على مساحة قرص التداخل، ومساحة قرص التداخل تعتمد على نسبة الفتحه. وعلى ذلك فإن شدة الإشعاع الناتجه على اللوح الفوتوغراف لنفس نسبة الفتحه تزداد مع مربع فتحة الشيئيه. أى أن تصوير النجوم الخافته جدا يتطلب مناظير ذات فتحات كبيره.

فى حالة الأرصاد البصريه لابد أيضا من أخذ التكبير فى الإعتبار. وما يتم تجميعه من طاقه بواسطة الشيئيه يتناسب أيضا مع مربع الفتحه D. وتدخل كل هذه الطاقه إلى العين عندما تكون حزمة الضوء الخارجه من العينيه لها مساحة حدقة العين على الأكثر، أى عندما تكون التكبير على الأقل مساو للتكبير العادى أو القياسى. وفى التكبير القياسى نحصل على أكبر شدة إشعاعيه ممكنه على شبكة العين عندما نشاهد جسما له مساحه. ومما يثير العجب أن شدة الإشعاع هذه تبلغ قدر مثيلتها بإستعمال العين المجرده فقط! أى أن الأجسام ذات السطوح يمكن رؤيتها مكبره بإستعمال المنظار ولكن غاية لمعانها هو ما نشاهده بالعين المجرده. (ويرجع السبب فى رؤيتنا للأجسام الخافته بصوره أحسن، بإستعمال منظار قوى، عما نراها بالعين المجرده إلى تأثير فسيولوجى). وفى حالة التكبير الزائد عن الحد فإننا نشاهد الجسم أكثر تكبيرا ولكن أقل لمعانا، حيث تتوزع طاقته على مساحة كبيره فوق الشبكيه. وتبقى شدة الإشعاع ثابته كما هى على الشبكيه، فى حالة التكبير البسيط أو تحت العادى، لأنه فى هذه الحاله يتعادل المكسب الناتج من صغر الصوره مع الفقدان الناتج عن عدم دخول جميع الأشعه إلى العين. وفى حالة الرصد البصرى للنقط المضيئه مثل النجوم الثوابت على سبيل المثال، تزداد شدة الضوء أولا بزيادة التكبير، لأن ما يخرج من العينيه من حزمة ضوئية تأخذ دائما فى الصغر ويدخل منها جزء أكثر وأكثر إلى العين. وبالوصول إلى التكبير القياسى يدخل جميع ما جمعته الشيئيه فى العين. أما إذا زاد التكبير عن ذلك فإن شدة الضوء تظل ثابته على عنصر الشبكيه، الذى يتكون فوقه قرص تداخل النجم. وحيث أن ضوء الخلفيه السماوى يضعف فإنه مع الزيادة العاليه فى التكبير تبدو النجوم أكثر لمعانا وحسب تأثير «التباين» هذا فإنه يمكن رؤية النجوم أثناء النهار من خلال منظار. أما إذا زاد التكبير عن خمس أضعاف التكبير القياسى تقريبا فإننا لا نحصل بعد ذلك على أى مكسب فى اللمعان؛ وفى هذه الحاله يكون قرص التداخل قد كبر لدرجة أنه لا يقع على عنصر واحد من عناصر الرؤيه فى الشبكيه، وبذلك تقل شدة الإشعاع.

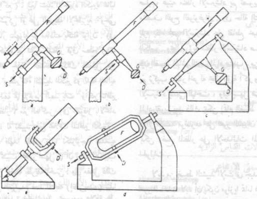
ويحتوى الجدول على حدود الأقدار، أى لمعان النجوم، التى يمكن للإنسان رؤيتها بالكاد أو تصويرها فى ١٠ ثوان. وفى حالة التصوير الفوتوغرافى تتزحزح هذه الحدود بحوالى قدر واحد ناحية النجوم الخافته عندما يزداد زمن التعريض إلى ثلاثة أضعافه تقريبا، بينما تزداد هذه الحدود بحوالى قدرين عندما يرتفع زمن التعريض إلى عشرة أضعافه. والقيم المعطاه ما هى إلا قيم تقريبيه لأن الحدود الحقيقيه الناتجه تعتمد بدرجة كبيره على كل منظار على حده وعلى الراصد ثم على ظروف ومادة التصوير.

التشييد فقط عندما يكون المنظار مشيدا بطريقة تناسب الهدف وخالية من الهزات يمكن أخذ أرصاد فلكيه ناجحه. ويبدو واضحا أهمية تأمين المنظار الكبير، ذو الوزن الذى يقدر بالأطنان، ضد الهزات؛ إلا أن المناظير الصغيره أيضا مثل المراقب الصغيره تتطلب كذلك ماسكات جيده عندما يراد الإرتفاع بكفاءتها.

يجب أن تكون **طريقة التشييد** بحيث يمكن توجيه المنظار إلى جميع نقط السماء. لذلك لابد لنا أن

فتحة الشيئية	القدر الحدى المرئى للنجم	فتحة الشيئية	القدر الحدى للنجم الذى يتم تصويره فى مدة ١٠ دقائق
العين المجردة	٦٫٠	٥سم	١١٫٠
٥ سم	١٠٫٣	١٠سم	١٢٫٥
١٠ سم	١١٫٧	٢٠سم	١٤٫٠
٢٠ سم	١٣٫٠	٤٠سم	١٥٫٥
٣٠ سم	١٣٫٨	١٠٠سم	١٧٫٥
٥٠ سم	١٤٫٥	٥٠٠سم	٢١٫٠

تتمكن من إدارة المنظار حول محورين متعامدين. وحسب وضع هذين المحورين يتم التمييز بين كل من التشييد السمتى والتشييد الإستوائى. فى التشييد السمتى أو الأفقى يكون إحدى المحورين أفقيا والآخر رأسيا. وعموما فإن أجهزة القياس الزاويه تشيد على الطريقه السمتيه. أما مناظير رصد وتصوير الأجرام السماويه فتشيد عادة على الطريقه الإستوائيه، بحيث يظل أحد محوريها موازيا لمحور الأرض أى مشيرا إلى



٣ كروكى نظم التشييد الاستوائية الهامة للمناظير.
١ ـ التشييد الألمانى
٢ ـ التشييد الرُكْبى
٣ ـ التشييد الانجليزى المحورى
٤ ـ التشييد الانجليزى الحلقى
٥ ـ التشييد الشوكى
وقد تم توضيح كل من اتجاه المحور القطبى (محور الساعات) S ومحول الميل D بأسهم. كما تدل F على المنظار و G على الوزن المعادل.

القطب السماوى . ويسمى هذا المحور **محور الساعات** لأنه يمكن بواسطته ضبط زوايا الساعات المختلفه . وحيث أن الدوران اليومى الظاهرى للقبه النجوميه يتم حول محور الأرض (وهو ناتج من حركة الأرض حول محورها) ، فإننا نحتاج إلى تحريك المنظار حول محور الساعات حتى يظل النجم المراقب فى مجال رؤية المنظار . وتعتبر هذه هى الفائده الكبرى للنظام الإستوائى . وعموديا على محور الساعات يوجد المحور الثانى ، أو **محور الميل** . وبدوران المنظار حول محور الميل يتم ضبط نجوم ذات ميل مختلفه . يمكن أن يكون التشييد الاستوائى فى تنويعات كثيره (الشكل) فيستعمل للأجهزه الصغيره فى الغالب نظام التشييد الألمانى الذى طوره فراونهوفر . ويستعمل فى الأجهزه المتوسطه بكفاءة أكثر التشييد الركبى ذو العمود المنثنى (العمود الراكع) ، بينما تشيد الأجهزه الكبيره غالبا على شكل شوكى أو على الطريقه الإنجليزيه . وحتى يتحرك المنظار بسهوله يتم معادلته بكتلة توازن . وفى الأجهزه الكبيره يتم تشييد المنظار فوق سطح زيت متصل بخزان لحفظ الضغط وذلك للتقليل من الإحتكاك . ويعتبر بناء التشييد الكبير ذو الدقة العاليه أكثر فى تكاليفه عما يلزم من البصريات وأكبر مناظير العالم ، المنظار ٦ متر العاكس (فى القوقاز بالاتحاد السوفيتى) ، له تشييد سمتى بخلاف المناظير الكبيره . وعلى ذلك فلهذا المنظار مزايا تكنولوجيه هندسيه وذلك لأن تثبيت المحاور أسهل كما أن ثبات الأنابيب والمرايا يمكن تحقيقه بطريقة أحسن . وفى مقابل ذلك توجد بعض العيوب . فعند المتابعه (انظر بعده) بهذا المنظار يلزم إدارة الجهاز على محوريه . علاوة على ذلك يدور مجال الرؤية كله أثناء الرصد . إلا أنه يمكن ملاشاة دوران مجال الرؤية بإدارة اللوح الفوتوغراف أثناء التصوير . وهناك حاسب إليكترونى يتحكم فى عملية المتابعة .

يتم تركيب جسم المنظار على عمود مبنى بطريقة متينه وأساسه عميق فى الأرض ومحرر عما حوله من الأبنيه حتى لا تنتقل الهزات إلى المنظار . كما يتم إيواء كبار المناظير فى ← المرصد غالبا تحت قباب سهلة الدوران وذوات فتحات سهلة الإغلاق .

يتم **تتبع** المنظار للنجوم عن طريق موتور يعمل على إدارة المنظار حول محور الساعات مره واحده فى اليوم وذلك خلال تروس ترجمه . ويتحكم فى دوران الموتور ثوانى ضبط بحيث تنقل كل ثوانى الساعه النجميه نبضات كهربائيه إلى وسيلة التحكم . وحتى يمكن معادلة عدم الإنتظام فى هذا التتبع الآلى توجد حركة بطيئه ، يمكن للراصد إستعمالها . وفى حالة التصوير الفوتوغرافى يتابع الراصد من خلال **منظار إسترشاد** ، عباره عن منظار كاسر مواز تماما للمنظار الكبير المستعمل فى التصوير . وأى نجم على تقاطع صليب عينيه منظار الإسترشاد يتم تصويره تماما فى منتصف اللوح الفوتوغرافى . وفى حالة التتبع الدقيق يلزم بقاء نجم الإسترشاد على تقاطع خيطى المنظار الكاسر . ومجال رؤية منظار الإسترشاد صغير ولذلك فإن الضبط المباشر للنجم المراد صعب . من أجل هذا يتم تركيب منظار آخر له مجال رؤية أكبر ومواز لمنظار الإسترشاد يسمى **الباحث** ، وفيه يسهل ضبط النجم المراد تقريبا بعد ذلك يمكن إتمام الضبط عن طريق دوائر مقسمه موضوعه على محور الدوران ، وتبعا لها يمكن وضع المنظار على الإحداثيات المأخوذه من الحوليات .

لابد من ضبط التشييد الإستوائى جيدا ، أى أن محور الساعات لابد أن يكون موازيا تماما لمحور دوران الأرض حتى يمكن للمنظار تتبع النجم بدقه . وضبط المناظير الصغيره فى هذا الوضع أبسط مما نتصور . وفى الحالات التى لا تتطلب دقة كبيره فإن طريقة «شاينر» توصل إلى الهدف بسرعه . وفى هذه الطريقه يتم توجيه محور الساعات بالتقريب إلى القطب السماوى ونشاهد نجم قريب من خط الزوال وذلك بتتبع حركته فقط من خلال دوران المنظار حول محور الساعات . وأى

إنحراف لمحور الساعات عن إتجاه القطب يمكن تصحيحه مباشرة ، لأنه يتسبب فى تحريك النجم إلى أعلى أو أسفل . وبنفس الطريقه نتتبع نجم آخر فى الغرب أو الشرق . وأى إنحراف إلى فوق أو تحت يشير إلى إرتفاع أو إنخفاض محور الساعات عن إتجاه القطب السماوى ، الشئ الذى يمكن تصحيحه . ثم تعاد العمليات كلها ثانيه إلى أن لا يحدث أى إنحراف للنجوم سواء على خط الزوال أو فى الشرق أو الغرب . وفى هذه الحاله يكون إتجاه محور الساعات تماما نحو القطب السماوى وتكون الآله قد تم ضبطها تماما .

وعن الناحيه التاريخيه ← الأجهزة الفلكيه .

المنظار الباحث

finding telescope
chercheur *(sm)*
Sucherfernrohr *(sn)*

← المنظار .

المنظار البرجى

tower telescope
télescope vertical *(sm)*
Turmfernrohr *(sn)*

هو إحدى الأجهزه المستخدمه فى ← أرصاد الشمس .

المنظار السمتى

zenithtelescope
zenit-télescope *(sm)*, lunette zenithale *(sf)*
Zenittelescop *(sn)*

← آلات القياس الزاويه .

المنظار السمتى الإرتفاعى

altazimuth telescope
lunette altazimuth *(sf)*
Altazimuthfernrohr *(sn)*

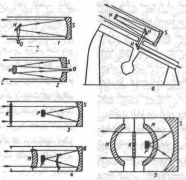
← آلات القياس الزاويه .

منظار عاكس

reflector
reflecteur *(sm)*
Reflektor *(sm)*

هو منظار تكون فيه الشيئيه عباره عن مرآه ، ينعكس عليها الضوء القادم من الجسم المرصود فتتكون بذلك صوره له فى المستوى البؤرى . يمكن بذلك مشاهدة هذه الصوره بواسطة عينيه على مسافة بسيطه . وفى حالة الرصد الفوتوغرافى يستعاض عن العينيه بلوح فوتوغرافى حساس بوضع فى المستوى البؤرى كما يمكن كذلك فى هذا المكان وضع أجهزه أخرى مثل فوتومتر لقياس اللمعان أو مطياف لدراسة طيف الضوء الذى تجمعه المرآه .

تتكون **المرايا** من ألواح زجاجيه ، أحد أوجهها مشطوف على شكل جزء من قطع مكافئ وقد جرى تلميعه وتغطيته بطبقه رقيقه من معدن عاكس . تثبت المرآه فى المنظار عند نهاية أنبوبته . وفى هذا الوضع يوجد كل من الجسم المرصود وصورته على نفس الجانب من المرآه . وحتى لا يُقطع الشعاع من الجسم تحت الفحص يتم نقل الصوره بواسطة مرآه مساعده صغيره إلى خارج المنظار . ويتم ذلك بطرق مختلفه فى المناظير المختلفه . ومن أحد الأنظمه المعمول بها حتى الآن ما أدخله نيوتن عام ١٦٧١ : فى حالة **مرآه نيوتن** يتم تحويل الأشعه المنعكسه على المرآه قبل إتمام تجمعها بواسطة مرآه صغيره لتكون البؤره النيوتونيه خارج الأنبوبه حيث يمكن وضع عينيه أو لوح فوتوغرافى حساس . ومما يستعمل كثيرا أيضا نظام من المرايا أطلق عليه اسم كاسيجرين . وفى حالة **المرآه الكاسيجرينيه** نجد أن المرآه الأصليه مثقوبه فى الوسط من خلال هذا الثقب يمر الضوء المنعكس على المرآه الرئيسيه والذى تغير إتجاهه بواسطة مرآه صغيره مشطوفه على شكل جزء من قطع زائد وموضوعه قبل المستوى البؤرى بقليل ، الأمر الذى يعمل على تكبير البعد البؤرى للمنظار . ومن نظم المرايا الأخرى **نظام الكودى** ، وفيه يتم تغيير مسار الأشعه المنعكسه على المرآه الرئيسيه إلى محور الميل ثم محور الساعات بواسطه مرايا مساعده . ولما كان محور الساعات موجها دائما ناحية قطب السماء فإن الصورة المتكونه للجسم المرصود بالمنظار تظل ثابته فى مكانها مهما تغير إتجاه المنظار يعتبر هذا النظام مناسب لإستعمال المطيافات الكبيره التى



مسارات الأشعة فى منظار عاكس :

١ - نيوتونى
٢ - كاسيجرينى
٣ - شميت
٤ - ماكستوف
٥ - سوبر شميت لرصد الشهب
٦ - كوديه

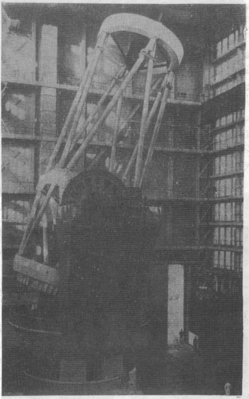
وتدل S على المرآة الرئيسية و H على المرآة الثانوية و O على العينية ، K على لوح التصحيح و P على حامل اللوح الفوتوغرافى و M وعلى عدسة مينسكوس .

يمكن وضعها ثابته خلف محور الساعات . وكل نظم المرايا هذه تناسب أرصاد الأجسام التى تقع فى محور المنظار أو بالقرب منه . أما على أبعاد كبيره من هذا المحور فإن عيوب الصوره تزداد . من هنا فإن المناظير المشيده تبعا لتلك النظم من المرايا تستخدم فى الغالب لرصد أجسام منفرده .

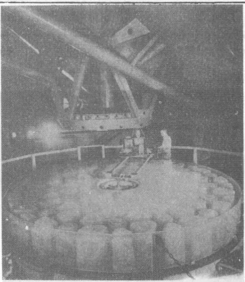
فى حالة تصوير حقل نجومى كبير نحتاج إلى مناظير ذات مجال رؤيه كبير على السماء . وقد بنى مثل هذا النظام لأول مره فى عام ١٩٣٠ البصرى برنارد شميدت فى مدينه هامبورج ، ومنذ ذلك الحين يستخدم كثيرا . **ومنظار شميدت العاكس** (أو باختصار **مرآه شميدت**) له مرآه كرويه أى مشطوفه على شكل كروى من هنا فإن بعده البؤرى يساوى فقط ربع قطر إنحناء مرآته . يتم تصحيح أخطاء الصــورة بواســطــة لــوح تصـحـيــح يــوضــع أمــام المرآه فى المستوى البـؤرى المزدوج . ولوح التصحيح عباره عن لوح زجاجى رقيق مشطوف بطريقة معقده وقطره أصغر من قطر المرآه ، وبذلك فإن اللوح لا يؤثر فى الفتحه الفعاله (الحره) للمنظار . تتكون الصوره فى الوسط بين لوح التصحيح والمرآه ، وليس فى مستوى وإنما فى سطح كروى . وعلى ذلك فإن الألواح الفوتوغرافيه توضع بحيث تكون دائريه الإنحناء . ولغرض أخذ الصور الفوتوغرافيه توجد حوافظ للألواح الفوتوغرافيه مثبته فى أنبوبة المنظار بواسطة حامل صليبى . تعطى مرآه شميدت صور نقطيه جيده للنجوم فى حقل قطره بضع درجات ويمكن إستبعاد إنحناء المستوى البؤرى

بوضع عدسه تسويه قبل اللوح الفوتوغرافى أو أيضا باستعال عدسه محدبه مساعده . وحينئذ ينشأ **نظام باكر - شميلت** .

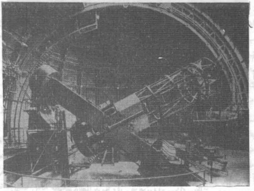
فى عام ١٩٤٠ تم إختراع **مرآه - ماكسوتوف** فى نفس الوقت من عديد البصريين ومن بينهم السوفيتى ماكسوتوف . ولهذا النظام مثل نظام شميدت مرآه



١ المنظار السوفيتى ٦ متر فى صالة الاختبارات ويعد أكبر منظار بصرى فى العالم وهو مشيد على النظام الارتفاعى السمتى .



٢ مرآة منظار هال ذات القطر ٥ متر خلال تشطيبات الشطف النهائية قبل تغطيتها بالمادة المعدنية العاكسة.

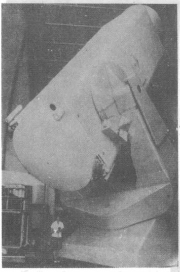


٣ منظار هوكر فى مرصد مونت ويلسون. ويبلغ قطر مرآته ٢,٥ متراً وهو مشيد طبقاً للنظام الانجليزى الحلقى.

كرويه ولكن بدلا من لوح التصحيح وبالقرب من سطح الصوره توجد عدسه مينسكوس سميكه تعمل على تصحيح الزيغ الكروى (منظار - مينسكوس). وتبنى مثل هذه المناظير كثيرا فى الاتحاد السوفيتى. وتحتوى أنظمة **سوبر - شميدت** على تركيبه من مرآه كرويه وعدسة مينسكوس ولوح تصحيح. ويمكن تصميم مرايا السوبر شميدت هذه لأغراض حقول الرؤية ونسبة الفتحه الكبيرين.

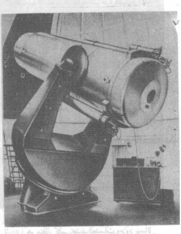
وبالاضافه إلى ما ذكر هنا من أنظمه المرايا الرئيسيه فهناك أنظمه أخرى تستعمل فى بناء المناظير.

إن المناظير العاكسه تمثل الأجهزه الأساسيه وبالذات فى الأرصاد الفوتوغرافيه وكل المناظير التى تزيد فتحتها عن ١ م هى عباره عن مناظير عاكسه. يرجع ذلك إلى سهولة صنع المناظير العاكسه الكبيره عن المناظير الكاسره (مناظير العدسات) ذات نفس الحجم؛ فنحن نحتاج فقط لتشغيل جانب واحد من

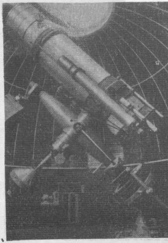


٤ منظار كارل شوارتزشيلد العالمى بقرية تاوتنبرج (المانيا الشرقية) ويبلغ قطر مرآته ٢ متر. ويمكن استخدام هذا المنظار كمنظار شميدت فيمثل فى هذه الحالة أكبر منظار شميدت فى العالم حيث قطر لوحة تصحيحه ١,٣٤ متراً.

المرآه على عكس العدسه. وبذلك يمكن أن تتكون المرآه من لوح زجاجى سميك وبالتالى أكثر ثباتا. أخيرا فإنه أيضا ذو فائده أن تكون المرآه محميه من الناحيه الخلفيه فى حافظتها، بحيث يمكن تلافى أى تغيير فى شكل المرآه نتيجة لوزنها الثقيل، مثلما يحدث فى حالة العدسات الكبيره، التى تثبت عند حوافها فقط. وحتى يتم وقاية المرايا الكبيره جدا يتم تصميم روافع معقده «تطفو» عليها المرآه إلى حد ما. ولما كان الزجاج يتمدد مع تغيير درجة الحراره وذلك بطريقه مختلفه عن تمدد إطار التثبيت المعدنى فإن هذا يتطلب وجود نظما للمعادله تحمى المرآه من أى إنحناء وإلا ساء



٥ منظار شميت مرصد هامبورج ويبلغ قطر مرآته ١٢٠ سم ولوح تصحيحه ٨٠ سم وهو مشيد على شوكه.



٦ النظام ١ متر التابع لمرصد مالاندميرات وهو مشيد طبقاً للنظام الانجليزي المحورى.

نوع الصوره بسرعه. ولتلافى هذا التعقيد تستعمل حديثا مرايا من الكوارتز المنصهر أو من زجاج السيراميك، الذى له تمدد حرارى قليل جدا فقط أو ليس له أى تمدد على الإطلاق. وحسب الغرض من إستعمال المنظار فإنه يشيد تبعا لهذا النظام أو غيره. ومن المناظير ما نستطيع إستخدامه إختياريا فى عديد من الأنظمه على سبيل المثال مرآه كاسيجرين ومرآه نيوتن على أن يتم فقط تغيير المرايا المساعده.

تم بناء أكبر منظار فى سيلين تسوكسكيا بالقوقاز (الاتحاد السوفيتى) ولهذا المنظار مرآه قطرها ٦ م. وهو سمى التركيب بخلاف كل المناظير الكبيره فى العالم. يلى ذلك فى الكبر**منظار هال** فى مونت بالومار بولاية كاليفورنيا الأمريكيه، الذى له مرآه قطرها ٠٨ره م (أى ٢٠٠ بوصه) وبعد بؤرى ٨ر١٦ م. وبالنسبه للرصد فى البؤره الكاسيجرينيه يبلغ طول البعد البؤرى ٨٣ م، بينما يصل البعد البؤرى لبؤره الكودى ١٥٢ م. وتزن المرآه بمفردها ٩ طن. وقد بدأ الرصد على منظار هال هذا بعد بناء إستغرق ١٧ عاما. يدور منظار هال على تركيبه إنجليزيه جزئها الشمالى على شكل حدوه حديديه، حتى يمكن توجيه ناحية قطب السماء. قبل ذلك كان منظار ـ هوكر فى مونت ويلسون (كاليفورنيا) بقطر مرآته البالغه ٥ر٢ م (أى ١٠٠ بوصه) أكبر المناظير العاكسه. وفى أوربا فإن أكبر المناظير العاكسه حتى الآن له مرآه قطرها ٢٫٦٤ م ويوجد فوق الكرم بالإتحاد السوفيتى. وفى مرصد كارل شوارتزشيلد بقرية تاوتنبورج بالقرب من مدينة ينا فى جمهورية ألمانيا الديمقراطيه يوجد جهاز شامل قامت ببنائه شركة كارل زايس ينا وقطر مرآته الكرويه ٢م وبعدها البؤرى ٤ م، ويمكن إستعماله مع لوح تصحيح قطر فتحته ١٫٣٤ م كمراه شميدت. بهذه الطريقه يعد هذا الجهاز أكبر مرآه شميدت موجوده حتى الآن. أما إذا أستبعد لوح التصحيح وُركب بدلا منه مرآه محدبة مساعدة مشطوفه كجزء من قطع زائد فإنه يمكن إستخدام المرآه كنظام كاسيجرينى ذو بعد بؤرى طوله ٢٠ م. أخيرا يمكن بهذا الجهاز أيضا الرصد فى البؤره الكوديه. وفوق جبل القطاميه بصحراء مصر الشرقية يوجد منظار عاكس قطر مرآته ٧٤ بوصه بدأ فى العمل منذ عام ١٩٦٣ ويمكن الرصد به فى كل من البؤره النيوتونيه والكاسيجرينيه والكوديه. وكاميرا سوبر شميدت الموجوده بمرصد هارفارد مثال للمناظير ذات نسبة الفتحة الكبيره وتستخدم فى أرصاد الشهب ولها نسبة فتحه ١ : ٦٧ر٠ وفتحه حره حوالى ٣١ سم وحقل رؤيه حوالى ٣٢°.

المنظار الفوتوغرافى الفلكى

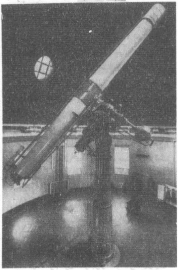
astrographic telescope
astrographe *(sm)*
Astrograph *(sm)*

هو منظار كاسر عديد العدسات ومزود بوسائل للتصوير ولا تقل نسبة فتحته عن ١ : ٨.

المنظار الكاسر أو العدسى

refractor
réfracteur (sm)
Linsenfernrohr (sn)

هو منظار شيئيته عباره عن عدسه أو عدة عدسات . وتعمل المناظير المستخدمه فى الأرصاد الفلكيه تبعا لقاعدة ← منظار كبلر أو المناظير الفلكيه . حيث تُسقط الشيئيه فى بؤرتها ، أى على بعد من مركز الشيئيه مساو للبعد البؤرى ، صوره للجسم البعيد المرصود . يمكن بعد ذلك مشاهدة هذه الصوره بواسطة عينيه من على بعد قليل حيث تبدو الصوره بذلك مكبره . والكاسر من المناظير المجهزه لهذا الغرض يسمى **المناظير الكاسره البصريه** . يمكن



١ المنظار الكاسر فى مرصد بابلسبرج التابع للمعهد المركزى للفيزياء الفلكية وقطر سرأته ٦٥ سم وبعدها البؤرى ١٠,٥ م.

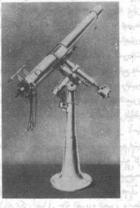


٢ الاستروجراف المزدوج المزود بشيئين قطر كل منهما ٤٠ سم .

أيضا تسجيل الصوره على لوح فوتوغرافى حساس ، يوضع فى المستوى البؤرى . فى هذه الحاله يعمل المنظار مثل كاميرا فيسمى بذلك **منظار كاسر فوتوغرافى** . لكل العدسات عيوب أو أخطاء يمكن تصحيحها إلى حد ما باستعمال شيئيه مركبه من مجموعة عدسات مع بعضها . وأحد هذه الأخطاء فى الصوره هو الزيغ اللونى الذى يعمل أن تكون للموجات المختلفه أبعاد بؤريه مختلفه أيضا . ويمكن تصحيح هذا الخطأ دائما فقط لحيز ضيق من الموجات . والضوء قصير الموجه أكثر مثاليه فى المتوسط بالنسبه للتصوير عنه بالنسبه للرؤيه بالعين . لذلك يتم التمييز بين المناظير الكاسره البصريه من ناحيه والفوتوغرافيه من ناحية أخرى ليس فقط من حيث وجود أو عدم وجود عينيه أو كاسيت للتصوير وإنما أيضا من حيث شيئيه كل منها : فشيئيه المنظار الفوتوغرافى أكثر تصحيحا بالنسبه للموجات القصيره عن شيئيه المنظار البصرى . إلا أنه يمكن أيضا فى حالة الضروره التصوير بواسطة المنظار البصرى وذلك بأن نضع أمام اللوح

الفوتوغرافى مرشح أصفر اللون لا يسمح بنفاذ ما يمر خلال الشيئيه على سبيل الخطأ من أشعه فى نطاق الموجات القصيره .

سادت المناظير الكاسره البصريه وحدها قديما مجال الأرصاد الفلكيه ، لكنها تعمل حاليا فقط فى مهام خاصه . فتستخدم مثلا أجهزه كبيره منها ، ذات بعد بؤرى طويل ، فى أرصاد وقياسات المزدوجات النجوميه . فى هذه الحاله بوضع ميكرومتر (← آلات القياس الزاويه) فى المستوى البؤرى . ويمكن بواسطة هذا الميكرومتر قياس مسافات وزوايا وضع . مثل هذه المناظير تصلح بدرجة هائلة لرصد سطوح القمر والكواكب . وآلات القياس الزاويه ، مثل دائرة الزوال وآلة العبور ، هى كذلك مناظير كاسره بصريه مشيده بطريقة خاصه . وتستعمل المناظير الكاسره البصريه صغيره أو متوسطة الحجم كأنابيب إرشاد للمناظير الكاسره الفوتوغرافيه والمناظير العاكسه . كما تستعمل المناظير الكاسره الصغيره ، ذات الحقل الواسع كباحثات للأجهزه الكبيره .



٣ منظار فلجوجراد الكاسر وقطر عدسته ٣٠ سم . وهو مشيد على النظام الألمانى

يتم بواسطة المناظير الكاسره الفوتوغرافيه تصوير حقول النجوم بغرض قياس لمعانها ، وكذلك للبحث عن النجوم المتغيره ولتحديد المواقع على الكره السماويه . ولمثل هذه المناظير شيئيه مكونه من إثنين إلى خمسة عدسات . والمناظير ثنائيه العدسات لها فى الغالب حقل ونسبه فتحة صغيرين (نسبة الفتحه = الفتحه : البعد البؤرى) وبعد بؤرى كبير . أما عديدة العدسات فهى مطلوبه للحقول الكبيره ولها نسبة فتحه كبير وأبعاد بؤريه صغيره . وتسمى المناظير الكاسره الفوتوغرافيه عديدة العدسات والتى لها نسبة فتحه ١ : ٨ أو تزيد **أستروجرافات** . وهى تبنى فى الغالب بفتحه شيئيه من ٢٠ إلى ٤٠ سم . ويكثر إستعمال الأستروجراف رباعى العدسات الذى صنعته كارل زايس ينا ، ونسبة فتحته من ١ : ٤ حتى ١ : ٥ بفتحه حوالى ٤٠ سم وبعد بؤرى ٢ م . ويرمز **بالأستروجراف العيارى** إلى ذلك الجهاز الذى يصور زاوية قدرها ١َ فى السماء على طول ١ مم عند المستوى البؤرى ، الأمر الذى يتطلب بعدا بؤريا قدره ٣٤٤ سم . وأحيانا يوضع أستروجرافين على نفس القاعده ، ويمكن بواسطتهما إلتقاط صورتين فى نفس الوقت لنفس الحقل النجومى ، إما لغرض الضبط والتحكم أو فى نطاق ألوان مختلفه ، عندما نريد تعيين المعاملات . يوجد أكبر منظار كاسر بصرى فى مرصد ييركس بالولايات المتحده وفتحته ١٠٢ سم وبعده البؤرى ١٩٫٤ م . وأكبر منظار فوتوغرافى كاسر بفتحته ٨٠ سم وبعده البؤرى ١٢ م فى المرصد الفيزيائى الفلكى التابع للمعهد المركزى للفيزياء الفلكيه بمدينه بوتسدام بألمانيا الديمقراطيه . والمنظار الأخير عباره عن كاسر مزدوج ، له على وجه التحديد منظار كاسر بصرى آخر بموازاة الكاسر الفوتوغرافى الأول . وفتحه المنظار البصرى ٥٠ سم وبعده البؤرى ١٢٫٥ م . ومثل هذه المناظير الكاسره لم تعد تبنى فى العصر الحديث ، حيث أصبحت كل المناظير ذات



٤ منظار الكوديه التابع لمرصد حلوان وقطر عدسته ٦ بوصة وشيئيته مشيدة على تركيبة استوائية. والمنظار مزود أيضاً بكاميرا على جانب أنبوبة المنظار تستطيع التقاط صور لمجال نجومي واسع.

الفتحه الأكبر من ١ م عباره عن مناظير عاكسه (← منظار عاكس).

المنظار المرشد

guiding telescope
lunette de guidage *(sf)*
Leitrohr *(sn)*

هو منظار كاسر مركب على المنظار الفوتوغرافى بغرض التحكم فى ضبط تتبع المنظار للنجوم؛ ← المنظار.

منظار مينسكوس

Miniscus telescope
télescope de Miniscus *(sm)*
Miniskus - Teleskop *(sn)*

← منظار عاكس.

منظار هال

Hale telescope
telescope d'Hale *(sm)*
Hale - Telescop *(sm)*

هو المنظار ٥ متر.

المنزل

Haus
haus *(sn)*
Haus *(sn)*

هو أحد إصطلاحات ← التنجيم.

منقار الدجاجه

Albirio *(A)*

هو النجم β (بيتا) فى كوكبة الدجاجه ولمعانه الظاهرى من القدر ٣٫١. وهو عباره عن نجم مزدوق مشوّق عنصره الألمع من القدر ٣٫٢ وعنصره الأقل لمعانا يبعد بحوالى ٣٤" عن الأول ويبلغ القدر ٥٫٤. والنجم اللامع يبدو أصفر محمر من النوع الطيفى K ونوع القوه الإشعاعيه III بينما النجم الأقل لمعانا يبدو مائلا إلى الزرقه ونوع الطيفى B9. وينشأ الإختلاف فى الألوان من إختلاف درجات الحراره. يبعد منقار الدجاجه عنا بحوالى ١٣٠ بارسك أى ٤٠٠ سنه ضوئيه.

المواقع الظاهريه للأجرام السماويه

apparent places of heavenly bodies

هى سلسلة من المواقع على الكره السماويه لجرم سماوى أو لأجرام سماويه بفاصل زمنى ثابت على إعتبار الأرض كمركز. ويتم حساب هذه المواقع مسبقا فى المعاهد الفلكيه وتنشر فى الحوليات الفلكيه. وعن طريق هذه المواقع يمكن تعيين مكان جرم سماوى فى السماء أو على اللوح الفوتوغرافى. كذلك فهى تستخدم لمقارنه الأماكن المرصوده بنظيراتها المحسوبه، الشئ الذى يستعمل فى الحساب الدقيق لمدار جرم سماوى. ولحساب مواقع أجسام المجموعه الشمسيه يتم أولا تعيين كل من الحصّه المتوسطه والإهليجيه للنقط الزمنيه المختلفه وللجرم السماوى تحت الفحص، وبمعونتها نستخرج الإحداثيات بنظرة مركزيه الشمس وبعد ذلك بنظرة مركزية الأرض.

موجات الجاذبية

gravitational wave
ondes graritationelles *(pf)*
Gravitationswellen *(pf)*

حسب نظرية النسبيه العامه تنتشر الإضطرابات فى مجالات تثاقل الأجسام بسرعة الضوء . وهذه الإضطرابات يرمز لها بموجات الجاذبيه فإذا ما تقابلت هذه الموجات مع كتل فإنها تؤثر عليها بقوة متناهية فى الصغر . وقد إعتقد الفيزيائى الأمريكى «فيلا» بأنه إكتشف موجات الجاذبيه . إلا أنه لايزال غير واضح حتى الآن مصدر نشأة هذه الموجات .

موقع الجرم السماوى

position of a hearenly body
position du corps céleste *(sf)*
Position eines Gestirns *(sf)*

هو ما يُعطى ← بالإحداثيات من موضع الجرم السماوى على القبه السماويه . التى أصطلح على أن يكون نصف قطرها لا نهائى . وتقاس مواقع الأجرام السماويه فى أى نظام إختيارى من الإحداثيات ، على أن يكون المستوى الأساسى إما مستوى أفق المكان أو مستوى خط الإستواء السماوى أو مستوى البروج . وفى نظام الإحداثيات الذى يتم إختياره يُعطى موقع الجرم السماوى بدلالة زاويتين تمثلان إحداثى الجسم السماوى . ويكون تحديد المواقع إما تبعا للطريقه المطلقه ، مثل ما هو الحال لبعض النجوم متساويه التوزيع فى السماء بقدر الإمكان ، ← النجوم الأساسيه ، التى تتحدد إحداثياتها بأقصى دقه وبدون الإعتماد على أرصاد النجوم الأخرى ، وإما بطريقة نسبيه . وفى الطريقه النسبيه يتم تحديد مواقع النجوم بالنسبه للنجوم الأساسيه . ولهذا الغرض فإننا نقيس إما فروق الإحداثيات على الكره السماويه مباشرة بين النجم والنجم الأساسى أو موقع كل نجم على اللوح الفوتوغراف بمعونة أجهزة قياس الإحداثيات وذلك فى نظام إختيارى من الإحداثيات المتعامده . وفى النهايه تُحول هذه الإحداثيات بمعونة النجوم الأساسيه إلى مواقع النجوم فى نظام الإحداثيات المطلوب . وفى هذه الطريقة النسبيه يكون نظام الإحداثيات محدودا بالنجوم الأساسيه ؛ حيث يقاس فيه فروق إحداثيات فقط . ويتم تعيين مواقع الأجرام السماويه بواسطة آلات قياس زاوية مثل دائرة الزوال أو منظار السمت ، وذلك لأن الإحداثيات تقاس كزوايا على القبه السماويه . وفى القياسات غير الدقيقه تكفى آلة السدس والآلات العامه . أما فى تحديد إحداثيات الأجرام السماويه بالنسبه للنجوم الأساسيه أو أى نجوم أخرى فتستخدم المناظير الكاسره ، التى يتم بواسطتها تصوير عدد كبير من النجوم على لوح فوتوغراف واحد ، على أن يتم تحديد مواقعها بعد ذلك .

كما يتضح من الأرصاد فإنه ليس من الضرورى أن تتفق المواقع المقاسه على السماء للأجرام السماويه مع الحقيقه ، وذلك لأن كل من الإنكسار والزيغ يعملان على تزويرها . فالإنكسار يؤدى إلى تصغير المسافه السمتيه المقاسه ، والزيغ يؤدى إلى زحزحه موقع النجم ناحية إتجاه الحركة الوقتيه لمكان المشاهده . كذلك فإننا نحصل على مواقع مختلفه لنفس الجرم السماوى عند نفس الزمن بإختلاف مكان الرصد . وإختلاف المنظر هذا فى حالة النجوم الثوابت صغير جدا بدرجة لا يمكن قياسه ، أما فى حالة أجسام المجموعة الشمسيه فإختلاف المنظر واضح ويمكن إستخدامه فى تحديد الأبعاد ولمقارنه الأرصاد المأخوذه فى أماكن مختلفه على سطح الأرض يتم تحويل الإحداثيات إلى إحداثيات خاصة بمركزية الأرض . وهناك أيضا إختلافات شبيهه فى المنظر ناتجه من حركة الأرض فى مدارها حول الشمس ومن حركة الشمس حول مركز مجرة سكة التبانه .

يتضح أيضا من الأرصاد أن المستويات الأساسيه لنظم الإحداثيات المختلفه غير ثابته تماما ، حيث تنتابها زحزحات تأتى من الاسراع والترنح الفلكيين . لذلك فإن الإحداثيات المقاسه لجرم سماوى تنطبق فقط للحظة محدده ، أى لوضع محدد لنظام الاحداثيات فى الفضاء . وهناك معادلات لإعادة

الحساب تسمح بإستخراج حالة نظام الإحداثيات فى وقت آخر . وما يدخل من ثوابت فى هذه المعادلات يمكن حساب بعضه فقط نظريا ، ولهذا فإن القيم العدديه لبعض الثوابت لابد أن يتم تحديدها بطريقة عمليه وهو ما يتطلب بالتالى مواقع النجوم .

لابد من تدارك جميع المؤثرات المختلفه قبل إستعمال الأرصاد المباشرة فى إستخراج النتائج . وإذا ما حررنا الموقع المرصود للجرم السماوى من الإنكسار فإننا نحصل على **الموقع الظاهرى للجرم السماوى** . ولايزال الأخير موجودا به الزيغ الفلكى وإحداثياته منسوبه إلى الوضع الوقتى لنظام الإحداثيات . وإذا ما حررنا الموقع الظاهرى للجرم السماوى من الزيغ فإننا نحصل على **الموقع الحقيقى للجرم السماوى** ، وإحداثياته أيضا منسوبه إلى الوضع الوقتى لنظام الإحداثيات . وعن طريق إستبعاد مؤثرات الترنح فإننا نحصل على **الموقع المتوسط للجرم السماوى** . وإذا ما نسبنا الإحداثيات إلى إعتدال معين ، أى إلى وضع نظام الإحداثيات فى حقبه زمنيه معينه ، على سبيل المثال فى بداية السنه ، فإننا نحصل على المكان المتوسط للحقبه المناظره .

تشمل المصنفات والخرائط النجوميه عموما على المواقع المتوسطه بالنسبه لحقبة مناسبه مثل ١٩٠٠,٠ أو ١٩٥٠,٠ (البداية الفلكيه لعام ١٩٠٠ أو ١٩٥٠) كما تشتمل الحوليات الفلكيه على المواقع اليوميه المتوسطه والحقيقيه .

إذا ما أُريد رصد نجوم ، مدرجة مواقعها فى المصنفات أو الحوليات ، فلابد من تصحيح المعلومات المعطاه فى الاتجاه العكس كى نجد النجم فى السماء .

ويعتبر تحديد مواقع النجوم أحد مهام علم الفلك .

مولداف (مولدافيت)

moldavite
moldavite *(sf)*
Moldavit *(sm)*

هو أحد أنواع ← التكتيت .

المونوكروماتور

monchromator
monochromateur *(sm)*
Monochromator *(sm)*

هو ← جهاز طيف

الميتاجالاكيس

Metagalaxis

هى مجموعة إفتراضيه تحتوى العديد من المجرات الخارجيه وتمثل مجموعة سكة التبانه أحد أفرادها .

الميجا بارسك

Megaparsek

عباره عن مليون ← بارسك .

الميجا هرتز

Megahertz

وحدة لقياس الذبذبة .

الميراق

Merak *(A)*

هو النجم بيتا فى كوكبة ← المرأه المسلسله ويسمى أيضا جنب المسلسله . يبلغ لمعان النجم القدر الظاهرى البصرى ٢,١ . وهو نجم من النوع الطيفى MO ونوع القوة الاشعاعيه III ، أى أنه عملاق أحمر . ويبعد الميراق عنا بحوالى ٢٤ بارسك أى ٨٠ سنه ضوئيه .

ميراندا

Miranda

هو أحد ← توابع يورانوس .

الميزان

Libra, Lib *(L)*
scale
balance *(sf)*
Waage *(sf)*

أحد الأبراج فى المنطقه الاستوائيه ويرمز له بالرمز ♎ ويشاهد فى ليالى الربيع . يمكن فى هذا الكوكب

تمييز النجم α (ألفا) بنظاره ميدان صغيره كنجم مزدوج يبعد مكونيه عن بعضها مسافة ٤ً ويختلفان عن بعضها بحوالى قدرين فى اللمعان. وتجوب الشمس هذه الكوكبه خلال مدارها السنوى الظاهرى من أول حتى النصف الثانى من شهر نوفمبر.

الميكانيكا السماويه

celestial mechanics
mécanique céleste *(sf)*
Himmelsmechanik *(sf)*

مجال فلكى هام يعالج حركات الأجرام السماويه تحت تأثير جاذبية الكتله، ويشمل كذلك على نظريات حركة الجسمين وحركة الأجسام العديده وتحديد مدارات الأجسام السماويه وأيضا حسابات المواقع والاضطرابات.

تتمثل أبسط حركات الأجرام السماويه فى مسألة حركة جسمين وهذه رياضيا ممكنه الحل. ويمكن إستنتاج قوانين الحركه التى تلعب فى ذلك دورا من قانون نيوتن للجاذبيه. وتعتبر قوانين كبلر التى تصف حركة الأجسام السماويه فى مدارات بيضاويه حول الشمس بمثابة حالة خاصة من مسألة حركة الجسمين. وحركة الثلاثة أجسام أو على وجه العموم الأجسام الكثيره لا يمكن حلها فى حالتها العامه، أى لا يمكن إعطاء حل رياضى لحركة ثلاثة أجسام أو أكثر تحت تأثير جذبها المتبادل. إلا أنه من الممكن إعطاء حلول فى حالات خاصة. لقد تطورت مجموعه من الطرق ترتكز أساسا على نظرية حركة الجسمين يمكن عن طريقها ← تعين مدارات الأجسام السماويه فى المجموعة الشمسيه على أساس من المشاهده. والتأثير الإضطرابى للأجسام الأخرى على هذه الحركة يمكن أخذه فى الإعتبار عن طريق حساب الإضطرابات (← الاضطرابات) وذلك على مراحل بواسطة التكامل العددى أو حل المسلسلات الرياضيه. ومن ناحية أخرى يمكن الإستدلال من حساب الإضطرابات على أجسام سماوية أخرى لم تكتشف بعد لكن وجودها فقط يستدل عليه مما تحدثه من إضطراب على مدارات الأجسام المعروفه. وتتمثل حسابات المواقع فى حساب هذه المواقع بالنسبه للأرض كمركز (← المواقع الظاهريه) وذلك من عناصر المدار المعروفه التى تحدد حجم ووضع المدار.

الميكروسكوب

Microscopium, Mic *(L)*
microscopium
microscope *(sm)*
Mikroskop *(sn)*

إحدى كوكبات نصف الكره السماويه الجنوبى، الغير مرئيه من خطوط عرض البلاد العربية.

الميكروفوتومتر

microphotometer
microphotomètre *(sm)*
Mikrophotometer *(sn)*

هو ← فوتومتر لقياس السواد على الألواح الفوتوغرافيه.

الميكرومتر

micrometer
micromètre *(sm)*
Mikrometer *(sn)*

هو أحد ← آلات القياس الزاويه.

الميكرومتر الحلقى

ring micrometer
mircmètre annulaire *(sm)*
Ringmikrometer *(sn)*

أحد ← آلات القياس الزاويه.

الميكرومتر الخيطى

fillar micrometer, cross wire micrometer
micromètre à croissée de fils *(sm)*
Fadenmickometer *(sn)*

هو أحد ← آلات القياس الزاويه.

الميكرومتر الشعرى

fillar micrometer
micromètre à croissée de fils *(sm)*
Positionfadenmikrometer *(sn)*

هو أحد ← آلات القياس الزاويه.

الميل
declination
declinaison *(sf)*
Neigung *(sf)*

(١) هو البعد الزاوى لجرم سماوى عن مستوى الإستواء السماوى. ويقاس الميل على دوائر الساعات بالدرجات فى إتجاه القطب الشمالى بالموجب والقطب الجنوبى بالسالب (الشكل ؛ ← الإحداثيات).
(٢) هو الزاويه بين مستوى مدار جرم سماوى والمستوى الأساسى فى نظام معين من أنظمة الإحداثيات. وتؤخذ هذه الزاويه فى حالة المجموعة الشمسيه فى الغالب بالنسبه لمستوى البروج. ويقاس الميل بالدرجات من صفر حتى ١٨٠° بحيث تكون للأجسام السماويه ذات الميل المحصور بين صفر ، ٩٠° حركة يمينيه ، أما ذوات الميل المحصور بين ٩٠° ، ١٨٠° فحركتها تراجعيه . ويعتبر الميل من ← عناصر المدار التى تحدد وضع مدار جسم سماوى حول جسم آخر فى الفضاء.

الميل الأعظم أو ميل دائرة البروج
obliquity of the ecliptic
obliquite de l'écliptique *(sf)*
Schiefe der Ekliptik *(sf)*

هو الزاويه التى يتقاطع فيها ← البروج مع مستوى الإستواء السماوى. وتبلغ هذه الزاويه حوالى ٢٣° ٢٧َ.

ميل المدار
inclination of the orbit
inclinaison de l'orbite *(sf)*
Bahnneigung *(sf)*

أحد ← عناصر المدار.

ميلن
Milne

هو إدوارد أرثور ميلن الفيزيائى الفلكى الإنجليزى المولود بتاريخ ١٤ فبراير ١٨٩٦ فى هول والمتوفى بتاريخ ٢١ سبتمبر ١٩٥٠ فى دبلن ؛ أستاذا فى كامبردج ومانشستر ، ومنذ ١٩٢٨ فى أكسفورد . وقد قام ميلن بأعمال مجيده وخصوصا عن نظرية أغلفه النجوم والكسمولوجى.

مياس
Mimas

هو أحد ← توابع زحل.

ن

الناجذ
Bellatrix

هو النجم γ (جاما) الجبار ويقع فى الغرب من كتف الجبار. ولمعان الناجذ الظاهرى ١٫٦٣ قدرا ونوعه الطيفى B2 ونوع قوته الإشعاعيه III ، أى أنه عملاق ساخن. يسمى الناجذ أيضا **مرزم الجبار**. ويبعد النجم عنا بحوالى ١٤٠ بارسك أى ٤٥٠ سنه ضوئيه.

النافذه الراديويه
radio window
radio fénêtre *(sf)*
Radiofenster *(sn)*

← النافذه الطيفيه.

النافذه الطيفية
spectral window
fenêtre spectrale *(sf)*
Spektralfenster *(sn)*

هى رمز لنطاق طيفى يكون الغلاف الجوى فيه منفذا. وهناك فرق بين (١) **النافذه البصريه** للنطاق الطيفى وهى من الطول الموجى ٣٠٠٠ إلى ١٠٠٠٠ أنجشتروم ، أى على وجه الخصوص للنطاق الضوئى البصرى ، ثم (٢) **النافذه الراديويه** للنطاق الطيفى وهى من ١ مم بالكاد حتى ٢٠ م.

النانومتر (نم)
Nanometer
nanometre *(sm)*
Nanometer *(sn)*

هو وحدة قياس متريه تستعمل على وجه التحديد فى أطوال الموجات الضوئيه ، ١ نم = ١٠^-٩ متر = ١٠ أنجشتروم.

نبتون

Neptune
Neptune *(sm)*
Neptun *(sm)*

كوكب يرمز له بالرمز . ويتحرك نبتون حول الشمس بسرعة متوسطة قدرها ٥٫٤٣كم/ث بدوره تبلغ ١٧٤٫٧٩ سنه فى قطع ناقص يحيد قليلا فقط عن المدار الدائرى ؛ وإهليجية المدار تبلغ فقط ٠٫٠٠٨٦، كما أن مستواه يميل بحوالى ١٫٤٦ ْ على مستوى مدار الأرض . يقدر البعد المتوسط لنبتون عن الشمس بحوالى ٣٠٫٠٦ وحده فلكيه . وعلى ذلك فإن الاشعاع الشمسى على نبتون أضعف ٩٠٠ مره عما على الأرض ، وعليه فإن درجة الحراره على سطح نبتون تقدر نظريا بحوالى – ٢٠٠ درجه مئويه . أما درجة الحراره – ١١٠ التى تم إستنتاجها من الأرصاد الراديويه فهى كبيره ويمكن تفسيرها «بالصوبه الزجاجيه» لغلاف نبتون الجوى : فالإشعاع الشمسى يمكنه النفاذ حتى سطح نبتون ، لكن ما ينبعث ثانيه فهو أساسا فى الموجات الطويله ويمتصه الغلاف الجوى فيعمل على تسخينه .

إن نبتون شبيه فى كتلته وحجمه بزحل . فيقدر قطره الاستوائى بحوالى ٤٩٢٠٠كم ، أى ٣٫٨٦ مره مثل قطر الأرض ، بينما نصف قطره القطبى يقل عن ذلك بحوالى ٩٠٠ كم . وكتلته نبتون قدر الأرض ١٧٫٢٢ مره وكثافته المتوسط ١٫٦٥ جم/سم^3 ، وقوة الجاذبية على سطحه ١٫١٤ مره مثل الجاذبيه على سطح الأرض . ويتكون الغلاف الجوى لنبتون من الهيدروجين وكثير من الميثان وله عاكسيه عاليه قيمتها ٠٫٨٤ . وليس من الممكن التعرف على دقائق سطح نبتون نظرا لبعده الكبير عن الأرض ؛ فقرص الكوكب يبلغ قطره الظاهرى فقط من ١ ً إلى ٢ ً ، ولهذا فإن زمن دورته حول نفسه ومقدارها ١٥٫٤٥س، أمكن تقديرها فقط من القياسات الطيفيه على أساس ظاهرة دوبلر . كذلك فإنه اللمعان الظاهرى قليل جدا نظرا للبعد الشديد عن كل من الشمس والأرض : فيبدو نبتون من القدر الثامن ولا يمكن لذلك رؤيته بالعين المجرده . ولمزيد من المعلومات أنظر ← كوكب ، الجدول .

إكتسب نبتون شهرته من خلال قصة إكتشافه الغيرعاديه . ففى أول القرن التاسع عشر إتضح وجود عدم إنتظام فى حركة الكوكب يورانوس . ومع إفتراض أن يكون هذا الإضطراب ناشئا من وجود كوكب آخر لم يتم إكتشافه بعد ، قام «ليفرير» عام ١٨٤٦ بحساب مدار الكوكب المزعوم وأشترك معه فى ذلك «جالى» ، الذى إكتشف الكوكب بناءا على ذلك على بعد من ١ ْ من المكان المحسوب .

النبض

pulsation
pulsation *(sf)*
pulsation *(sf)*

هو بصفه عامه تغيير دورى وخصوصا فى أثناء الإنكماش والتمدد المتتابعين لجسم ما . ويحدث النبض على سبيل المثال فى **المتغيرات النابضه** ، وهى مجموعه من ← المتغيرات .

النتوء الشمسى

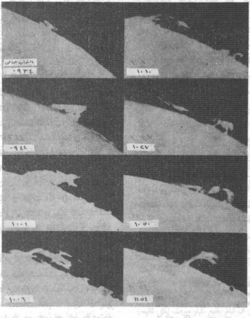
prominence
protubérance *(sf)*
Protuberanz *(sf)*

[أنظر اللوحه ٣] هو سحابة ماديه كبيره ، ترتفع عاليا فوق كروموسفير الشمس . وإذا ما تواجدت النتوءات على حافة الشمس فإنها ترى هناك كارتفاعات مضيئه خارجه من قرص الشمس ، ولذلك فإنها ترى هناك كارتفاعات مضيئه خارجة من قرص الشمس ، أثناء الكسوف الشمسى ، عندما يختفى قرص الشمس شديد الإضاءه . كذلك يمكن رؤيتها أيضا فى كل وقت خلال الكرونوجراف . كما يمكن رؤية النتوءات أمام قرص الشمس على شكل خيوط سوداء [اللوحه ٤] فى الهليوجرام ، أى صورة كروموسفير الشمس مأخوذه فى ضوء خط طيفى واحد ؛ فى هذه الحالة تسمى النتوءات **بالألسنه** .

نشارك النتوءات فى دوران الشمس ، ومن هنا فإنه من الممكن رؤية طويلة العمر منها عند الحافة الشرقيه للشمس كارتفاعات مضيئه على قرصها ، ثم يمكن تتبعها كألسنه داكنه متحركه على سطح الشمس مع دورانها قبل أن تظهر لامعة عند الحافة الغربيه لقرص الشمس وتختفى بعد ذلك . وفى حالة النتوءات ذات العمر الطويل جدا يمكن أن يتكرر ذلك لعدة دورات .

يتأرجح شبوع النتوءات الشمسيه بدورة طولها ١١ سنه ، مثل دورة البقع الشمسيه ، إلا أن النتوءات ليست شائعه مثل البقع . وتحدث النتوءات على جانبى خط الإستواء الشمسى . فتبدأ المنطقتين الأساسيتين عند ٥٠° فى العرض الشمسى ، ثم تتجول أثناء دورة البقع الشمسيه ناحية خط الإستواء ؛ أى أنها تماثل فى تصرفها هذا مناطق البقع الشمسيه ، وإن كانت غير دقيقه التحديد مثل الأخيره . وتتفرع من المناطق الرئيسيه فروعا قطبيه تتجول ناحيه القطب وتختفى هناك قبل قليل من قمة شبوع البقع الشمسيه .

إن أشكال وخواص النتوءات كثيره جدا . وعلى وجه غير دقيق يمكن التمييز بين الأنواع الآتيه : طويلة العمر جدا وهى **النتوءات الكبيره فى الحالة الهادئه (الساكنه)** ، **(النتوءات الهادئه)** ، ويمكنها البقاء إلى



نتوء شمسى على حافة الشمس يوم ١٩٦٦/٩/١٢ وعلى كل صورة زمن تسجيلها .

١٠ دورات شمسيه وأشكالها متعدده للغايه مثل باقى النتوءات وهذه الأشكال فى الغالب عضويه ، ترتفع فى كثير من الأحيان كأقواس أو قناطر فوق الكروموسفير ، التى ترتبط معه بواسطة عديد من الأعمده ترتفع فوق الكروموسفير فى المتوسط بحوالى ٥٠٠٠٠ كم ، بعرض ١٠٠٠٠ كم ، وطول ٢٠٠٠٠٠ كم . وفى الغالب تنشأ هذه النتوءات عند حافة مجموعة من البقع وتكون ناحية القطب دائما أقواس جديده ، فى الوقت الذى تختفى فيه الأولى ببطئ . بهذه الطريقه فإن النتوءات تنتمى إلى المظاهر المثاليه ، التى يتطور فيها مركز نشاط كبير (← النشاط الشمسى) . ويحتوى الشكل العام الخارجى تركيب داخلى خيطى الشكل . كما توجد فى النتوءات فى غالب الأحيان إضطرابات وتبادلات ماديه مشتركه مع الكروموسفير وذلك خلال «أعمدة القناطر» وغالبا ما يظهر مركز نشاط ، يؤدى إلى تغيير النتوءات أو يعمل على إختفائها فى عدة دقائق . كما يكثر حدوث تيار جانبى تسير فيه الماده فى مدار منحنى داخلة إلى مراكز جذب فى الكروموسفير ، وبذلك يختفى النتوء كلية . ويمكن أن تنطلق تيار المادة ثانيه فى الإتجاه العكسى . فمعظم النتوءات المختفيه تتكون ثانيه فى نفس أماكنها القديمه . يحدث إيضا فى أحيان كثيره ظهور **إرتفاعات نتوئيه** (نتوءات صاعده) ترتبط مع مراحل النشاط . ويمكن تتبع مثل هذه الإرتفاعات حتى ٢ مليون كم . وفى أثناء الإرتفاع يمكن أن تزداد السرعه أحيانا فى قفزات تبلغ فى بعض الأحيان ٧٠٠كم/ث . ويتم تنشيط أو تهبيط للنتوءات عندما تتكون بجانبها مجموعة بقع جديده .

النوع الآخر هو **النتوءات البقعيه** ، التى تتكون فوق مجموعات البقع الشمسيه . وفوق هذه المناطق يمكن أن ينشأ فى الكورونا الشمسيه خلال ١/٢ ساعه عقدا لامعه كتكثفات ماديه ، بدون أن يظهر مصدرها . وتجرى بعد ذلك الماده من العقد إلى الكروموسفير الموجود تحتها . ويمكن أن يتكرر ذلك لساعات طويله .

تميز العمليه العكسيه حالة **النتوءات المضطربه** ، التى تمثل إنتقال تيار من مادة الكروموسفير إلى الكورونا . ويغلب حدوث هذا النوع من النتوءات مع الإضطراب الشمسى ، أى مع وجود المناطق المحدوده من قرص الشمس ، والتى يزيد لمعانها لفترة قصيره . ترتفع النتوءات المضطربة إلى حوالى من ١٠٠٠٠ إلى بضع مئات الآلاف من الكليو مترات ، ثم تعود ثانيه بعد بضع دقائق أو ساعات إلى الكروموسفير أو تضيع فى الكورونا .

يتشابه طيف النتوء مع طيف فلاش الكروموسفير . فتظهر خطوط الهيدروجين والكالسيوم والهليوم كخطوط إنبعاث . ويمكن عموما إعتبار النتوءات الشمسيه كأنها ألسنه لهب كبيره فى الكروموسفير . فدرجات حرارة هذه النتوءات حوالى ١٥٠٠٠ درجه تماثل أعالى الكروموسفير ، أى أن النتوءات هى ماده كثيفه بارده مغموسه فى الكورونا الأقل منها كثافه ، والأعلى مائه مره تقريبا فى درجة حرارتها .

إننا لانزال بعيدين جدا عن فهم ما يحدث فى النتوءات الشمسيه . إلا أنه من المؤكد أن كل من النشاط الشمسى والمجال المغناطيسى يلعب دورا هاما مثل ما هو الحال فى الظواهر الشمسيه الأخرى . فمن الواضح أن النشاط الشمسى والمجال المغناطيسى تعطيان إطار النتوءات الشمسيه وتحددان الإضطرابات وتحتفظان عادة بالنتوء فوق الكروموسفير .

النتوء الكلفى

sunspot prominence
protubérance de tache *(sf)*
Fleckenprotuberanz *(sf)*

← النتوء الشمسى .

النثره

Praesepe *(L)*
praesepe
praesepe *(sf)*
Krippe *(sf)*

هى ← نجوم المعلف.

نجم

star
étoile *(sf)*
Stern *(sm)*

فى المعنى الشائع كل جسم سماوى غير القمر يرى فى السماء أثناء الليل، ويشمل ذلك ايضا (النجوم الجواله) الكواكب (التى لا تشع بذاتها)، أما فى الفلك فيدل النجم على كره غازيه مضيئه وذات درجة حراره عاليه. وتسمى النجوم أيضا فى المعنى الفلكى **بالنجوم الثوابت**، لأنه أُفترض فى القدم أنها كواكب ثابته فى السماء على النقيض من «النجوم الجوالة». وفى هذا الكتاب يستخدم إصطلاح نجم فقط بمعنى نجم ثابت.

أقرب نجم إلى الأرض - بصرف النظر عن الشمس التى تنتمى إلى النجوم - هو نجم الأقرب القنطورى، ويبلغ بعده عنا ١٫٣١ بارسك. أما كل النجوم الأخرى فهى أبعد من ذلك (← إختلاف المنظر). وأبعد النجوم التى نراها بالمناظير توجد فى المجموعات النجوميه غير المجريه ويقدر بعدها بحوالى ١٦ مليون بارسك.

تظهر النجوم الكبيره، التى تقارن أقطارها بمدارات الكواكب حول الشمس، أيضا على شكل نقط حتى فى أكبر المناظير ذات أكبر قوة تفريق، وذلك بسبب بعدها، الكبير عن الأرض. ولنفس السبب فإن حركة النجوم فى السماء صغيره جدا بالنسبه لبعضها البعض ويمكن قياسها فقط بعد أرصاد سنين عديده على الرغم من أن حركتها فى الفضاء يمكن أن تبلغ بضع كيلو مترات لكل ثانيه.

يعد تحديد ← موقع نجم ما، أى مكانه على الكره السماويه من مهام الأسترومترى. لهذا الغرض يتم تحديد موقع النجم فى داخل نظام إحداثيات فلكى. وتحديد نظام الإحداثيات نفسه أيضا أحد مهام الأسترومترى. ومن رصدتين للموقع فى زمنين متباعدين بقدر الإمكان نحصل على الحركه الذاتيه للنجم التى تمثل أحدى مركبات حركته فى الفضاء. أما المركبه الأخرى لهذه الحركه، أى السرعه الخطيه، فيمكن تحديدها فقط على أساس ظاهره دوبلر بمساعدة الأرصاد الطيفيه (← حركات الأجرام السماويه).

والنجوم غير موزعه بإنتظام فى السماء، بل إنها تتركز ناحية شريط سكة التبانه غير منتظم التحديد. ويحاول الإحصاء النجمى الحصول على التوزيع الحقيقى للنجوم فى الفضاء من التوزيع الظاهرى وكذلك الحصول على ظروف الحركة الفضائيه من كل من الحركه الذاتيه والسرعه الخطيه. علاوة على ذلك فإن النجوم ليست منتظمه التوزيع فى الفضاء وإنما هى فى الغالب تكون مجموعات كبيره ومنعزله عن بعضها البعض. والمجموعه النجوميه التى تنتمى إليها الشمس وحوالى ٥٠٠٠ نجم فى حدود رؤية العين المجرده وحوالى ١٠٠ بليون نجم أخرى هى مجموعة ←سكة التبانه. ويعتبر دراسة التركيب الداخلى لسكة التبانه المهمة الأساسيه للإحصاء النجمى. يشاهد فى داخل سكة التبانه بجانب النجوم، الأحاديه عدد كبير من المزدوجات النجوميه والنجوم العديده، والعشائر النجوميه، والحشود النجميه. وجميع الأنواع المختلفه غير موزعه بإنتظام فى سكة التبانه وإنما يمكن فى الغالب تقسيمها إلى مجموعات و ← جمهرات تختلف حسب مكانها فى سكة التبانه وحسب ظروف حركتها وأعمار نجومها وتركيبها الكيماوى. ومن الأنواع المختلفة من النجوم الموجوده فى مجره سكة التبانه يمكن الاستدلال على النجوم ذات أكبر لمعان حقيقى فى ← المجموعات النجوميه غير المجريه.

إن ← اللمعان الظاهرى للنجوم مختلف جداً . يرجع ذلك أولا إلى أن كل النجوم ليست لها نفس قوة الإشعاع . أى أن كل النجوم لا تشع نفس الكميه من الطاقه فى نفس الوقت . وثانيا لأن أبعاد النجوم عن الأرض ، أى إختلاف منظرها متباين جدا . وترجع الإختلافات فى قوة الاشعاع على سبيل المثال إلى الإختلاف الكبير فى أقطار النجوم . فمثلا توجد أقزام من النجوم يقارن أقطارها بأقطار الكواكب وبجانب ذلك هناك نجوم عالقه مثل إبط الجوزاء ، يزيد قطرها عن قطر مدار المريخ حول الشمس . كذلك فإن كثافة النجوم مختلفه جدا . ولا تختلف ← كتل النجوم كثيرا مثل كل من القطر والكثافه . وتقدر أقل كتلة إكتشفت حتى الآن ـ بصرف النظر عن الأجسام الصغيره الشبيهه بالكواكب ـ حوالى ٠٫٠٨ من كتلة الشمس ، بينما أكبر كتله ـ بصرف النظر عن نجوم ترومبلر ـ حوالى من ٥٠ إلى ٦٠ مره قدر كتلة الشمس .

فى الطريق إلى الأرض يعانى إشعاع النجم من مؤثرات كثيره تؤدى إلى تقليل من لمعانه الظاهرى وتغيير فى تركيبه الطيفى . فمثلا تؤثر ماده ما بين النجوم فى إمتصاص وتكوين ضوء النجم . ويظهر تأثير الغلاف الجوى الأرضى من خلال ← الإستبعاد ، أى إضعاف ضوء النجم ، ومن خلال ← تألق النجوم وكذلك من خلال ← الإنكسار ، أى تغيير إتجاه ضوء النجم .

بجانب النجوم ثابته اللمعان يوجد عدد كبير من ← المتغيرات ، التى يتذبذب فيها اللمعان بدرجة منتظمه ، ويمكن أن يكون التغيير الضوئى راجع إلى عمليات فى داخل النجم ، مثل ما هو الحال فى المتغيرات الذاتيه ، التى ينتمى إليها أيضا النوفا ، أو إلى الإختفاء التبادلى فى مزدوج نجومى .

وشكل طيف النجوم مختلف جدا . وعلى ذلك فلكل نجم ← نوع طيفى و ← نوع قوة إشعاع . وفى الفلك الحديث نجد أن دراسة الطيف بعد تحليله لها أهميه كبيره ، حيث نستنتج من طيف النجوم أبعاد هامه مثل درجة الحراره الفعاله والتركيب الكيماوى للطبقات الخارجيه من النجم أو دوران النجم ومقدار مجاله المغناطيسى . وتتراوح الحراره الفعاله من ٢٥٠٠ إلى ١٠٠٠٠٠ درجة . وقد إتضح أن التركيب الكيماوى لجميع النجوم متشابه أساسا ، وفى نجوم الجمهرة الثانيه فقط تقل العناصر الثقيله عن الجمهرة الأولى (← شيوع العناصر) . قدرت سرعة الدوران لمعظم النجوم ببضع مئات الكليو مترات فى الثانيه ، بينما لا يتضح وجود دوران لبعض النجوم الأخرى (← دوران النجوم) . و ← المجال المغناطيسى لكثير من النجوم يبلغ حتى ١٠٠٠٠ جاوس .

والنجوم عباره عن كرات غازيه مضيئه ذاتيا ، وتماسكه بتأثير الجاذبيه ويعمل كل من ضغط الغاز وضغط الاشعاع ضد فعل الجاذبيه . بذلك تتكون حالة تعادل . هذا بصرف النظر عن المتغيرات الذاتيه ، التى تتأرجح حول وضع التعادل ، الذى يكون فيه ضغط الغاز وضغط الإشعاع فى أى نقطة ما بحيث يحمل الماده التى تعلو هذه النقطه ـ . ويعتبر دراسة توزيع درجة الحراره والضغط والكثافة فى نجم ما أحد مهام ← الغلاف الجوى النجمى و ← نظرية التركيب الداخلى للنجـوم . ويرمز بغلاف النـجوم إلى المناطق فى النـجم ، التى ينشأ منها الإشعاع الذى نشاهده . ويحتل جزء صغير جدا من الكتله الكليه للنجم . وأكبر جزء من الكتله موجود فى داخل النجم أى المناطق التى لا نستطيع مشاهدتها مباشرة . وبمعونه القوانين الفيزيائية المعروفة يتسنى لنا تحديد الظروف الفيزيائيه التى تعمل على تحرر الطاقه ، المنبعثه من النجم فى الفضاء وذلك بعد إنتقالها إلى غلافه . وعمليه ← إنتاج الطاقه ليست إلا تفاعلات نوويه ، تحدث تحولات فى العناصر الكيماويه يتكون بها عناصر ثقيله من أخرى خفيفه (← نشأة العناصر) . ويعتبر التغيير فى

التركيب الكيماوى مقياسا ← لتطور النجوم.

إن الأبعاد الممكنة الرصد : الكتله ، والقطر ، وقوة الإشعاع ، والنوع الطيفى ، ودرجة الحراره الفعاله ، والكثافه المتوسطه ، ومتوسط إنتاج الطاقه ، وعجلة التثاقل على السطح ، وسرعة الدوران ، والمجال المغناطيسى ، والتركيب الكيماوى تعرف تحت اسم ← أبعاد الحاله ، وذلك لأنها تحدد الحالة الفيزيائيه للنجوم. وهناك علاقات رياضيه على أساس التعريف الفيزيائى بين هذه الأبعاد . فمثلا هناك علاقات بين كتل النجوم وأنصاف أقطارها ومتوسط كثافاتها وعجلة التثاقل . ويوجد أيضا ، على أساس الظروف الطبيعيه للنجم ، بين أبعاد أخرى علاقات محدده ، نجد ثمرتها فى ← شكل الحاله وأكثر هذه الأشكال شهرة هو ← شكل هرتزسبرنج - رسل .

وعن نشأة النجوم فإننا لا نعرف الكثير المؤكد ، إلا أننا نفترض بناء النجوم من مادة ما بين النجوم (← كسموجونى) . وهذه العمليه لم تحدث مره واحده وإنما لازالت هناك نجوما كثيره تنشأ . وعليه فهناك نجوما ذات أعمار مختلفه . وأطول عمر يتراوح بين ١٠ إلى ١٢ بليون سنه لنجوم الجمهرة الثانيه (← تحديد العمر) .

للنجوم اللامعه أسماء مثل الشعرى اليمانيه ونجم القطبيه . ويرمز عموما للنجوم فى داخل الكوكبه بحروف إغريقيه ولاتينيه أو أعداد . أما النجوم الخافته فيرمز لها بالأرقام التى أدرجت بها فى مصنف نجومى كبير (← أسماء النجوم) ويُرجع بالنسبه لأوضاع وحدود ← الكوكبات والبروج ، التى تضم النجوم المتقاربه فى السماء ، إلى الخرائط النجوميه المرفقه بالكتاب

ألمع ١٥ نجما فى السماء

اســم النجــم	اللمعان الظاهرى البصرى بالأقدار	البعــد بالبارسك	النوع الطيفى ونوع قوة الإشعاع
الشعرى اليمانيه ، α الكلب الأكبر	-١,٤٤	٢,٧	Al V
سهيل ، α الجؤجؤ	-٠,٧٧	١٧٠	Fo Ib
α قنطورس	-٠,٢٧	١,٣٣	G_2 V
السماك الرامح ، α العواء	-٠,٠٥	١١	Kl III
النسر الواقع ، α السلياق	٠,٠٣	٨	Ao V
العيوق ، α العناز	٠,٠٩	١٤	Gl III
رجل الجوز اليسرى ، β الجبار	٠,١١	٢٧٠	B8 Ia
الشعرى الشاميه ، α الكلب الأصغر	٠,٣٦	٣,٥	F5 IV
آخر النهر ، α النهر	٠,٥٥	٣٥	B5 IV
β قنطورس	٠,٦٩	١٣٠	Bl II
إبط الجوزاء ، α الجبار	٠,٠٤ - ١,٣	١٨٠	M2 I
الطائر ، α العقاب	٠,٧٧	٤,٨	A7 V
الدبران ، α الثور	٠,٨٠	٢١	K5 III
α الصليب الجنوبى	٠,٨١	٨٠	Bl IV
قلب العقرب ، α العقرب	٠,٩ - ١,٨	١٣٠	Ml Ib

النجم الأساسي (الرئيسي)

fundamental star
étoile fondamentale *(sf)*
Fundamentalstern *(sm)*

هو نجم تحددت احداثياته بدقة كبيره وبغير الإعتماد على نجوم أخرى . ويستخدم هذا النجم لتحديد الإحداثيات على الكره السماويه وعلى هديه أيضا نستطيع تعيين أماكن النجوم الأخرى .

والإحداثيات المراد تعيينها هي كل من الميل والمطلع والمستقيم . ومن السهوله بمكان قياس الميل المطلق أي الذي نحصل عليه بدون الإستعانه بنجوم أخرى . ولهذا الغرض تقاس المسافه السمتيه عند عبور النجم لخط الزوال بينما يكون موقع كل من السمت والنظير معروفان . ومجموع المسافه السمتيه والميل يساوي العرض الجغرافي لمكان الرصد . فإذا ما علمنا العرض الجغرافي للمكان أمكننا إستنتاج ميل النجم من مسافته السمتيه . أما موضعي السمت والنظير فيمكن الحصول عليهما بتطبيق شعرات عينيه منظار السمت أو الزوال على صورتها في أفق الزئبق . ويمكن الحصول على قياسات أدق للمسافة السمتيه من خلال قياس إحداثيات النجم في الدائره الرأسيه الأولى . في هذه الأرصاد يصبح من المهم جدا ، على وجه العموم تصحيح الانكسار تماما ، أي تغيير مسار الضوء في داخل الغلاف الأرض الجوى ، وذلك لأنه يدخل بكل قيمته في المسافه السمتيه المقاسه . كذلك يجب بكل عنايه تدارك المؤثرات الأخرى التي يمكن أن تعمل على تغيير مكان النجم ظاهريا مثل الزيغ وإختلاف المنظر والسبق والترنح .

يتطلب تعين المطلع المستقيم معرفة موضع نقطة الربيع ، التي تتحدد بموضع الشمس عند وقت الإعتدال الربيعي . أي أنه عند الرصد المباشر للمطلع المستقيم فإننا نحتاج إلى أرصاد شمسيه أيضا . وليس من الضروري في ذلك أن تكون الشمس في نقطة الربيع ، أي أن يكون ميلها صفر ، لأنه بمعلومية ميل الشمس أثناء عبورها خط الزوال يمكن حساب مطلعها المستقيم بعلاقه مثلثيه بسيطه . والمطلع المستقيم للنجم يصبح عباره عن المطلع المستقيم للشمس مضافا إليه فرق الوقت النجمي بين عبور كل من الشمس والنجم لخط الزوال . وكي نقلل الخطأ في فرق الزمن وكذلك الخطأ الناشئ من عدم إنتظام الساعه خلال تحديد الفارق الزمني فإن أرصادا يوميه تبدو ضروريه . ومن الضروري الإقتصار على النجوم اللامعه في التحديد المباشر للإحداثيات .

في أثناء قياسات النجوم الأساسيه يمكن بجانب أخطاء فرديه عشوائيه في نجوم بمفردها حدوث أخطاء منتظمه . ولذلك فإنه من الضروري إجراء تحديد الإحداثيات بواسطة راصدين مختلفين وبمعونة آلات مختلفة . وبذلك يمكن إلى حد كبير تلافي الأخطاء المنتظمه . ويجرى قياس إحداثيات النجوم الأساسيه خلال عشرات السنين للوقوف على حركتها الذاتيه ، التي لابد من تداركها في التحديد المسبق لأماكن النجوم .

وكنجوم أساسيه يتم بقدر الإمكان إختيار نجوم موزعه بالتساوي على السماء كلها ثم تجمع في المصنف الأساسي . وتصنع النجوم الأساسيه **نظاما أساسيا** يعتبر الأساس في تحديد الإحداثيات لجميع الأجرام السماويه الأخرى وذلك بتحديد إحداثياتها بالنسبه للنجوم الأساسيه . ويمثل المصنف الرابع للحوليه الفلكيه البرلينيه FK_4 بما يحتويه من ١٥٣٥ نجما إحدى هذه النظم الأساسيه .

نجم إنبعاثي

emission star
étoile d'emission *(sf)*
Emissionstern *(sm)*

هو نجم يحتوي طيفه خطوط إنبعاث . في هذه الحاله يضاف الحرف e إلى يمين نوعه الطيفي مثل B_e ، الذي يدل على نجم إنبعاثي من النوع الطيفي B .

نجم أولى

proto star
proto - étorile *(sf)*
Protostern *(sm)*

هو تميز لسحابة كثيفة من مادة ما بين النجوم يتكون فيها نجم خلال الانكماش ؛ ← الكسموجونى .

نجم O-

O- star
étoile - O *(sf)*
O - Stern *(sm)*

نجم من النوع الطيفى O .

نجم B-

B- star
étoile - B *(sf)*
B - Stern *(sm)*

نجم من النوع الطيفى B .

نجم Be-

Be - star
étoile - Be *(sf)*
Be - Stern *(sm)*

نجم من النوع الطيفى B موجود فى طيفه خطوط إنبعاث (← الغلاف الجوى النجمى) .

ومتغيرات Be عباره عن مجموعة من المتغيرات من النوع الطيفى B ، أى من نجوم متغيرة اللمعان يغلب عليها النوع الطيفى B (وأيضا النوعين الطيفيين A, O) ويوجد فى أطيافها خطوط إنبعاث . وفى هذه النجوم نلاحظ أن التغيير فى اللمعان صغير ومنحنى اللمعان موجى ولكن غير منتظم . وما يزال التغيير الضوئى لنجوم Be غير مفهوم تماما . وبعض متغيرات Be يتم تصنيفها مع شبيهات النوفا .

نجم A-

A - Star
étoile - A *(sf)*
A - Stern *(sm)*

نجم من النوع الطيفى A .

نجم F-

F - Star
étoile - F *(sf)*
F - Stern *(sm)*

نجم من النوع الطيفى F .

نجم G-

G - Star
étoile - G *(sf)*
G - Stern *(sm)*

نجم من النوع الطيفى G .

نجم K-

K - starn
étoile - K *(sf)*
K - Stern *(sm)*

نجم من النوع الطيفى K .

نجم M-

M - Star
étoile - M *(sf)*
M - Stern *(sm)*

نجم من النوع الطيفى M .

نجم R-

R - star
étoile - R *(sf)*
R - Stern *(sm)*

نجم من النوع الطيفى R .

نجم N-

N - star
étoile - N *(sf)*
N - Stern *(sm)*

نجم من النوع الطيفى N .

نجم S-

S - star
étoile - S *(sf)*
S - Stern *(sm)*

نجم من النوع الطيفى S .

نجم C-

C - star
étoile - C *(sf)*
C - Stern *(sm)*

نجم من النوع الطيفى C وينتمى إليه جزء من كل من النوعين الطيفيين C ، N .

نجم -W

W - star
étoile - W *(sf)*
W - Stern *(sm)*

هو نجم من ← نجوم وولف ـ رايت أى من النوع الطيفى W .

نجم بعد الجديد (بعد النوفا)

Postnova, Exonova
Postnova *(sf)*, exonova *(sf)*
Postnova *(sf)*, Exonova *(sf)*

هو ← النوفا بعد إنتهاء إنفجارها اللمعانى أى بعد أن تصل قوة الإشعاع إلى ما كانت عليه قبل الإنفجار .

النجم التيكونى

The Tyconic star
l'étoile de Tycho *(sf)*
der Tychonischer Stern

هو السوبر نوفا التى رصدها ووصفها الفلكى الدانمركى تيكو براهى فى عام ١٥٧٢ .

نجم ثابت

fixed star
étoile fixe *(sf)*
Fixstern *(sm)*

تبعا لآراء الأقدمين فإن النجم الثابت هو جرم سماوى يظهر ثابتا فى مكانه على الكره السماويه بصرف النظر عن حركتها اليوميه وذلك بخلاف النجوم الجواله (الكواكب) . وفى الحقيقه يتغير مكان النجوم الثوابت أيضا على الكره السماويه وكذلك ولكن ببطئ مكانها بالنسبه لبعضها ، الشئ الذى يتضح من الأرصاد التى تمتد لفترة زمنيه طويله . ويرى الفلك الحديث الإختلاف الأساسى بين النجوم الثوابت والنجوم الجواله ، الكواكب ، فى التركيب الطبى لكل منها . فبينما تنتج من النجوم الثوابت طاقة ذاتيه تنبعث من داخلها وتشعها إلى الخارج ، نجد أن النجوم الجواله تعكس الضوء الذى يصلها من الشمس ، التى هى بالطبع نجم ثابت . وعلى هذا فإن النجوم الثوابت أجرام سماويه ذات إشعاع ذاتى .

ويستخدم هذه الأيام مصطلح ← نجم بدلا من مصطلح نجم ثابت .

نجم الجدى

Polaris

هو ← نجم القطبيه .

نجم جديد

nova
nova *(sf)*
Nova *(sf)*, Neuerstern *(sm)*

هو ← النوفا .

نجم حب الرمان

garnet star
étoile de grenat *(sf)*
Granatstern *(sm)*

هو النجم المتغير μ فى كوكبة قيفاوس . ولمعان نجم حب الرمان من القدر البصرى الظاهرى بين الرابع والخامس ، ونوعه الطيفى M2e . ويظهر النجم محمرا .

نجم الحديد

iron star
étoile ferreuse *(sf)*
Eisenstern *(sm)*

هو نجم يشاهد الحديد واضحا بصورة خاصه فى طيفه .

النجم الحشدى

cluster star
étoile de l'amas *(sf)*
Haufenstern *(sm)*

هو نجم عضو فى حشد نجومى وذلك على خلاف ← النجم المجالى .

نجم الحفار أو الحفيراء

Merope

أحد نجوم ← الثريا .

النجم الدليل

The guide star
l'étoile guide *(sf)*
der Leitstern *(sm)*

هو ← النجم المرشد .

نجم الدين المصرى

Nagm Edin *(A)*

هو نجم الدين أبو عبدالله محمد بن محمد المصرى . عاش فى القاهرة وتعلم فى الأزهر وبرع فى علم الفلك خلال النصف الأخير من القرن الثالث عشر ، ويعتبر من أكبر علماء التوقيت المصريين . وقد أدت أعماله إلى تقدم ملحوظ فى علم الفلك الكروى . كما قام نجم الدين بحساب جداول فلكيه كثيره ، ومنها ما يمكن بمعونته تعيين الوقت من إرتفاع الشمس نهارا والنجوم ليلا فى أى بقعة من الأرض .

نجم ذراع الأسد المبسوطه

Castor *(L)*

← ذراع الأسد المبسوطه .

نجم ذَنَب الأسد

Denebola *(A)*

← ذنب الأسد .

النجم الراديوى

radio star
étoile radio *(sf)*
Radio - Stern *(sm)*

هو تعبير خاطئ عن ← المنبع الراديوى .

النجم الرئيسى

main star
étoile principale *(sf)*
Hauptstern *(sm)*, **Hauptsternkomponente** *(sf)*

هو النجم الأثقل أو الألمع فى نجم مزدوج أو كثير النجوم .

نجم السهم

baranard - star
étoile flèche *(sf)*
Pfeilstern *(sm)*

نجم إكتشفه « بارنارد » فى كوكبة الحويه وله أكبر حركة ذاتيه معروفه حتى الآن حيث تبلغ ١٠٫٤٤ً لكل عام . واللمعان الظاهرى لنجم السهم ٩٫٥ ، ونوعه الطيفى M5 ونوع قوته الإشعاعيه V . يبلغ بعد نجم السهم عنا حوالى ١٫٨ بارسك أى ٥٫٩ سنه ضوئيه . ولهذا النجم تابع غير مرئى كتلته حوالى ١٫٨ مره قدر كتله المشترى . ومن المحتمل أن لا يكون للنجم تابع واحد فقط وإنما تابعين كوكبيين بدوران حوله وتبلغ كتلتيهما ١٫١ ، ٠٫٨ مثل كتلة المشترى . ويدل هذا على أن نجم السهم بتابعه (أو تابعيه) يكون مجموعه كوكبيه خارج مجموعتنا الشمسيه .

نجم السوبر نوفا

Supernova
supernova *(sf)*
Supernova *(sf)*

← السوبر نوفا .

نجم سيار

wandering star
étoile promineuse *(sf)*
Wandelstern *(sm)*

← النجوم الجواله .

نجم الشمال

north star
étoile du nord *(sf)*
Nordstern *(sm)*

← نجم القطبيه .

نجم الصباح

morning star
étoile du mation *(sf)*
Morgenstern *(sm)*

هو كوكب الزهره عندما يتواجد إلى الغرب من الشمس ؛ ← نجم المساء .

نجم الصرفه

Denebola *(A)*

هو ← ذنب الأسد .

نجم الضبط

guiding star
étoile guide *(sf)*
Haltstern *(sm)*

هو ← النجم المرشد .

نجم عملاق

giant star
géante *(sf)*
Riesenstern *(sm)*

هو نجم ذو قطر كبير وبالتالى فهو كبير فى لمعانه

المطلق . وفى شكل هرتزسبرنج ـ رسل توجد النجوم العالقه فوق فرع العالقه أعلى التتابع الرئيسى . والعالقه العاديه نوع قوة إشعاعها III أما العالقه اللامعه فتتبع النوع II ، و ← فوق العالقه تتبع نوع القوه الإشعاعيه I وتوجد فى شكل هرتزسبرنج ـ رسل فوق حيز العالقه . هذا فى حين أن ← تحت العالقه ، التى تكون القوة الإشعاعيه IV توجد بين النجوم العالقه ونجوم التتابع الرئيسى . ويرمز أحيانا للعالقه من نجوم متأخره النوع الطيفى **بالعالقه الحمراء** ، وذلك لأن شدة إشعاعها تبلغ قمتها فى النطاق الأحمر من الطيف . وبالمثل تسمى العالقه من النوع الطيفى المتقدم أو المتوسط **بالعالقه الصفراء أو البيضاء** .

نجم العنز أو العيوق

Capella

هو نجم ← العيوق .

نجم عرق الجديد

Supernova
supernova *(sf)*
Supernova *(sf)*

هو ← السوبر نوفا .

نجم فوق عملاق

supergiant
supergéante *(sf)*
Ueberiese *(sm)*

هو نجم قطره كبير نسبيا وبالتالى له لمعان مطلق عالى ويوجد فى ← شكل هرتزسبرنج ـ رسل أعلى فرع العالقه ، ينتمى إلى نوع القوه الإشعاعيه I .

نجم قبل (النوفا) الجديد

praenova
prénova *(sf)*
Praenova *(sf)*

هو ← النوفا قبل إنفجارها اللمعانى .

نجم قزم

dwarf star
étoile naine *(sf)*
Zwergstern *(sm)*

هو نجم صغير القطر نسبيا وبالتالى فهو خافت اللمعان . والنجوم الأقزام تنتمى إلى نوع قوة الإشعاع V . وعلى ذلك فتلك النجوم تقع فوق التتابع الرئيسى فى ← شكل هرتز سبرنج ـ رسل . وتوجد الأقزام من النجوم فى كل الأنواع الطيفيه . وهناك مجموعات خاصه تشمل كل من ← الأقزام البيضاء ، ← الأقزام السوداء ، ← تحت الأقزام .

نجم القطبيه ، نجم القطب ، نجم الجدى ، كوكب الشال ، مسمار الفلك

Polaris, Pole star
étoile polaire *(sf)*
Polstern *(sm)*

هو ألمع نجم (α) فى كوكبة الدب الأصغر . ويبلغ لمعانه الظاهرى المتوسط ٢٫١٢ قدرا . وينتمى نجم القطب إلى النوع الطيفى F8 والقوة الإشعاعيه Ib ، وهو لذلك فوق عملاق . وبمقارنة نجم القطب بالشمس نجد أن له ٥٠٠٠ مره قدر قوة إشعاعها وقطره حوالى ١٠٠ مره مثل قطرها . ويقدر بعد النجم بحوالى ٢٠٠ بارسك أو ٦٥٠ سنه ضوئيه . ومسمار الفلك هو أحد نجوم دلتا قيفاوى قليلة التغيير ، وتبلغ دورته ٣٫٩٧ يوما . وبالاضافه إلى ذلك فإن نجم الجدى عباره عن مزدوج طيفى وبصرى ، أى فى المجموع نجم ثلاثى . وحصل هذا النجم على إسمه نتيجة لقربه من قطب السماء الشمالى ، فبعده عن القطب يبلغ ٥٥ فقط أى درجة واحده تقريبا . لذلك فإنه يصنع خلال الدوران اليومى الظاهرى للسماء حول القطب دائره صغيره جدا ، أى أنه يوضح دائما إتجاه الشمال ، الأمر الذى يستخدم فى تعيين الإتجاهات الأصليه . ونستطيع التعرف على نجم القطبيه من وضع العربة الكبرى (المغرفة) فى كوكبة الدب الأكبر وذلك إذا بمد الخط الواصل بين خلفيتى العربه الكبرى (أى الدليلتين اللتين تسبقان فى أثناء الحركة اليوميه الظاهريه) حوالى خمس مرات قدر المسافه بينهما . ويتغير وضع القطب بين النجوم فى السماء بسبب ← السبق ، وبالتالى يتغير بعد نجم الجدى عن القطب . وحاليا فإن هذه المسافه آخذه فى

الصغر ، لكن النجم سيتجول بعد ذلك بعيدا عن القطب . لذلك فإن نجم الدبران (α قيفاوى) فى كوكبة قيفاوس بعد ٥٣٠٠ سنه ونجم النسر الواقع فى كوكبه السلياق بعد ١٢٠٠٠ سنه سيكونان فى القطب الشمالى للسماء على التوالى .

نجم قلب الأسد

Regulus

هو ← ذنب الأسد .

نجم الكلب

Sirius *(L)*
sirius
sirius *(sm)*
Hundstern *(sm)*

هو ← الشعرى اليمانيه .

النجم المتجدد

nova
étoile temporaire *(sf)*
Novastern *(sm)*

هو ← النوفا .

النجم المجالى

field star
étoile non-membre *(sf)*
Feldstern *(sm)*

هو نجم لا يتبع نجوم الحشد تحت الفحص .

نجم المراق

Merak

هو النجم بيتا فى كوكبة ← الدب الأكبر .

النجم المرشد (الدليل)

guide star
étoile guide *(sf)*
Leitstern *(sm)*

هو نجم يظل فى المنظار المرشد أثناء التصوير الفوتوغرافى وذلك بغرض ضبط تتبع المنظار لحركة النجوم اليوميه (← المنظار) .

النجم المركزى

central star
étoile centrale *(sf)*
Zentralstern *(sm)*

هو نجم لامع جدا ، يوجد فى مركز ← السديم الكوكبى ويثير السديم بواسطة الإشعاع حتى درجة إنبعاث الضوء من غاز السديم .

نجم المساء

evening star
étoile du soir *(sf)*
Abendstern *(sm)*

هو كوكب ← الزهره ، عندما يكون إلى الشرق من الشمس حيث نراه قبل النجوم الأخرى فى ضوء الشفق المسائى . وتظهر الزهره كنجم صباحى عندما تقع إلى الغرب من الشمس أى تشرق قبل الشمس فنراها قبل شروق الشمس بمدة قصيرة فى الوقت الذى تكون النجوم الأخرى قد إختفت فى ضوء الشفق الصباحى .

النجمه أم ذيل

comet

١ ـ شهاب لا يزيد عن القدر ـ ٤ . وتوجد منه تجمعات فى ← تيار الشهب .

٢ ـ هى تسميه قديمه تطلق على المذنب .

نجم الهليوم

helium star
étoile d'helium *(sf)*
Heliumstrern *(sm)*

هو نجم محتواه من الهليوم كبير ، ← شيوع العناصر الكيماويه .

نجم الورار

Merope

هو أحد نجوم ← الثريا .

نجمى

stellar
stellaire
stellar

أى منسوب إلى النجوم . **السنه النجميه** : ← السنه ، **الشهر النجمى** ؛ ← الشهر .

نجوم الأعجوبه

Mira stars
Mira - étoiles *(pf)*
Mira Stars

هى نجوم يتغير لمعانها فى دورة طويلة ، ويحتمل أن يكون تغيير اللمعان مصدره النبض . فدورات التغيير

تتراوح من ٨٠ إلى ١٠٠٠ يوم ، حوالى ٧٠٪ من هذه النجوم لها دورات من ١٨٠ إلى ٣٦٠ يوما . كما أن التغير فى اللمعان أكبر من ٢٫٥ قدرا ويصل إلى ٨ أقدار ، على أن مقدار التغير فى اللمعان الظاهرى يزداد فى المتوسط مع طول الدوره لكن اللمعان الحقيقى يقل معها . وشكل المنحنى الضوئى مختلف جدا ، ويمكن أساسا التفريق بين ثلاثة أنواع : (١) صعود حاد إلى أعلى لمعان متبوع بهبوط ضحل إلى أقل لمعان . (٢) الصعود والهبوط يحدثان بنفس السرعه ، بحيث يبدو المنحنى الضوئى متماثلا تقريبا . (٣) فى الصعود توجد أسنام أو حدبات . وهناك كذلك أنواع تداخليه كثيره . وشكل المنحنى الضوئى ومقدار تغييره غير ثابتين بدرجة قويه ، وليس التغيير الحادث فى المنحنى الضوئى دوريا ، أى لا يمكن التنبؤ به تماما . لهذا فإن إصطلاح دوره فى هذه الحاله يطلق دائما على جزء قصير من المنحنى الضوئى ، الذى يكون فيه التغيير منتظما .

تنتمى نجوم الأعجوبه إلى العمالقه وفوق العمالقه . وعن وضعها فى شكل ـ هرتز سبرنج ـ رسل ← المتغيرات ، الشكل . وتركيز نجوم الأعجوبه بسيط ناحية مستوى سكة التبانه . وهذه النجوم عباره عن نجوم من النوع الطيفى M والنادر فيها من الأنواع R ، N ، S إلا أن لها جميعا فى الغالب خطوط إنبعاث . والنوع الطيفى المتوسط يتزاح ناحية ، النوع الطيفى المتأخر وتكون نجوم الأعجوبة مجموعة بين المتغيرات الذاتية ، تمثل حوالى ١/٤ ما أكتشف منها حتى الآن .

نجوم R الإكليل الشمالى

R - Coronae Borealis stars

هى نجوم غير منتظمه فى تغير لمعانها وأكثر ما يميزها هو قمة اللمعان التى تستمر أحيانا لبضع سنين وتتخللها أحيانا وبصورة مفاجئه قيعان لمعان . ومن الممكن أن تستمر هذه القيعان لعدة أسابيع أو سنين . كما يمكن أيضا أن يصل منحنى اللمعان إلى المستوى العادى بعد وقت قصير . ويبلغ التغير فى اللمعان حتى ٨ أقدار . ولازال أسباب التغير الضوئى غامضه تماما حتى الآن . يتراوح النوع الطيفى لنجوم R الإكليل الشمالى من F حتى K أو R .

نجوم ألفا كلاب الصيد أو α^2 كلاب الصيد

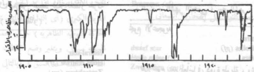
Alpha canum Venaticorum stars

هى نجوم متغيره يتغير لمعانها بدرجة بسيطة جدا (معظم تغيرها تحت ٠٫١ قدرا) ويرجع السبب فى التغير إلى تغير شدة بعض مجموعات الخطوط الطيفيه . ودوره المتغير تتراوح من يوم واحد إلى ٢٥ يوما . وتنتمى هذه النجوم إلى النوع الطيفى AP أى أن طيفها يتميز عن النجوم الأخرى بخصائص معينه . ونجوم كلاب الصيد من النجوم المتغيره طيفيا التى يصحبها كذلك تغيير فى المجال المغناطيسى (المتغيرات المغناطيسيه) ومن المحتمل أن يكون السبب فى هذا التغيير عدم إستقرار فى الطبقات الخارجيه من النجم .

نجوم الباريوم

barium stars
étoiles de barium *(pf)*
Barium stars

← شيوع العناصر الكيماويه .



المنحنى الضوئى للنجم المتغير R الاكليل الشمالى فى الفترة من عام ١٩٠٥ حتى عام ١٩٢٣ .

نجوم U التوأمين

U - Geminorium stars

هى نجوم متغيره يتكرر إنفجارها اللمعانى من القدر ٢ إلى القدر ٦ . وتستغرق الزياده فى اللمعان فتره من يوم حتى خمسة أيام . أما الهبوط إلى أقل لمعان فيستغرق من ١٠ إلى ١٥ يوما . والفترات الزمنيه بين إنفجارين متتالين متباينه جدا وتقع حول قيمة متوسطه من ٢٠ إلى ٦٠٠ يوم . وبين طول الدوره وتغيير اللمعان توجد العلاقة التاليه : مع زيادة مقدار التغيير فى اللمعان تزداد أيضا المدة الزمنيه المتوسطه بين إنفجارين . وتمتد هذه العلاقه أيضا لتشمل النوفا التكراريه ، أى لتشمل متوسط الفتره بين إنفجارين ومقدار التغيير اللمعانى لهذه النجوم . وفى هذا الشأن فإن نجوم U التوأمين تتغير مثل **النوفا الأقزام** . إلا أنه ليس من المعروف حتى الآن إلى أى مدى ينطبق ذلك فيزيائيا . وتسمى نجوم U التوأمين أيضا **بنجوم SS الدجاجه** .

نجوم بيتا السلياق

Beta Lyra stars

المتغيرات الكسوفيه .

نجوم بيتا قيفاوى

Beta Cephei stars

نجوم بيتا الكلب الأكبر .

نجوم بيتا الكلب الأكبر أو بيتا القيفاويه

Beta Canis Majoris stars

هى مجموعه من النجوم ذات تغيير لمعانى سريع جدا . ويرجع سبب التأرجح فى اللمعان إلى نبض النجم . تبلغ دورة التغيير الضوئى من ٣ إلى ٦ ساعات ، ولا يزيد مقداره عن ٠٫٢ر . ونجوم بيتا الكلب الأكبر تنتمى إلى العمالقه وتحت العمالقه ونوعها الطيفى بين BI ، B3 . وقد تم حتى الآن إكتشاف حوالى ٤٠ نجم من هذه المجموعه .

نجوم ترومبلر

Trümpler stars

هى نجوم تم تعيين كتلها على يد الفلكى ترومبلر فوجدت مئات المرات مثل كتلة الشمس ، والنجوم التى لها مثل هذه الكتله لابد أن تكون غير مستقره حسبما يتضح من الأبحاث النظريه . من هنا فإنه يبدو من المحتمل أن تكون هذه الكتل التى عينها ترومبلر خاطئه فى إستنتاجها من الأرصاد ؛ ← كتل النجوم .

نجوم RV الثور

RV - Tauri stars

هى نجوم تتغير فى دورة نصف منتظمه طولها من ٣٠ إلى ١٥٠ يوما . ويبلغ متوسط مقدار التغيير الضوئى من ٠٫٣ر إلى ١٫٨ر قدرا . يتميز المنحنى الضوئى لنجوم RV الثور بوجود موجه مزدوجه يتبدل فيها حضيض اللمعان من عميق إلى ضحل . ويحدث أحيانا إختفاء الإختلافات بين نهايات اللمعان الصغرى . وعلى فترات غير منتظمه يمكن أن يحدث تبديل مفاجئ بين النهايتين الصغريين الرئيسيه والجانبيه ، بحيث يبدو التغيير الضوئى مزاحا بمقدار نصف دوره . كذلك يمكن أن يقاس متوسط لمعان النجم من تأرجحات دوريه حتى ٣ أقدار ومثل هذه الدورات موجوده فوق التأرجح الدورى الأصلى فى اللمعان ، وتبلغ أطوالها من ٦٢٥ إلى ١٣٦٠ يوما . ومن المحتمل أن يكون حدوث التغيير الضوئى سببه النبض ، أى عن طريق تغيير نصف قطر النجم . ونجوم RV الثور هى من فوق العمالقه ويتراوح نوعها الطيفى من F حتى K .

نجوم T الثور

T - Tauri stars

هى مجموعة نجوم تنطوى تحت نجوم ← العناز

النجوم الجواله

Wandering stars
étoiles promineuses *(pf)*
Wandering stars

هو الأسم القديم للكواكب ، التى ترى من الأرض متجولة بين النجوم الثوابت . وقد شمل ذلك

قديما كل من الشمس والقمر والكواكب.

نجوم الحزام

belt stars
étoiles de ceinture *(pf)*
Gürtelsterne *(pm)*

هى ثلاث نجوم فى كوكبة ← الجبار.

النجوم الخسان

circumpalar stars
étoiles circumpolaires *(pf)*
Zircumpolare Sterne *(pm)*

هى النجوم التى يقل بعدها الزاوى من قطب السماء عن إرتفاع القطب السماوى فوق أفق مكان الرصد. ومن هنا فإن النجوم الخسان لا تختفى تحت الأفق فى أثناء حركتها اليوميه الظاهريه. وجميع النجوم المرئيه عند أى من قطبى السماء الشمالى أو الجنوبى تشاهد كنجوم خسان. ولا توجد نجوم خسان بالنسبه لموقع رصد فوق خط الإستواء (الشكل ؛ ← حركات الأجرام السماويه).

نجوم الخطوط المعدنيه

Metal line stars

هى نجوم شدة الخطوط المعدنيه عالية فى طيفها بصورة غير عاديه ؛ ← النوع الطيفى ؛ ← شيوع العناصر.

نجوم ـ W ـ الدب الأكبر

W - Ursa Majoris stars

← المتغيرات الكسوفيه.

نجوم ـ SS ـ الدجاجه

SS - Cygni stars

هى ← نجوم ـ U ـ التوأمين.

نجوم ـ دلتا ـ الدرع

Delta Scuti Stars

هى مجموعه من النجوم ذات التغير المنتظم التى ينشأ تغير لمعانها بسبب النبض. ودورة التغير الضوئى أصغر من ٦ ساعات ولا يزيد التذبذب فى اللمعان عن قدر واحد. والنجوم طويلة الدوره لها على وجه العموم تغير بسيط فى اللمعان. وشكل المنحنى الضوئى فى هذه النجوم مماثل لنجوم ـ RR ـ السلياق ولكن بدرجة غير منتظمة تماما. ونجوم دلتا الدرع هى من العمالقه. وهى قريبه فى خواصها من نجوم ـ دلتا ـ قيفاوى. وهى غير شائعه بدرجه كبيره، فقد وجدت ١٣ نجما منها من بين ٢٠٠٠٠ متغير.

نجوم دلتا قيفاوى

Delta Cephei stars

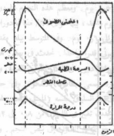
(على إسم النجم δ قيفاوس) وهى نجوم منتظمة اللمعان يتراوح دورة التغير الضوئى لها بين يوم إلى ٥٠ يوما تقريبا. وحوالى ٣٥٪ من هذه النجوم تتراوح دورتها من ٣ إلى ٦ أيام. وفى العاده فإن دورة هذه النجوم ثابته إلا أنه تحدث بعض الأحيان تغيرات مفاجئه. ومن الجدير بالملاحظه فى النطاق البصرى، أن كل من أوج وحضيض اللمعان يحدث متأخرا عنه فى النطاق الفوتوغرافى. ويتراوح مقدار التغير الضوئى فى النطاق البصرى من ٠٫٣٥ إلى ٠٫٥ قدرا بينما فى النطاق الفوتوقرافى أكثر من ذلك بكثير (من ٠٫٦ إلى ٢٫٦ قدرا). كما أن مقدار التغير فى اللمعان بين الأوج والحضيض الضوئيين يعتمد على طول الدوره نفسها ويزداد مع طولها.

يمكن، حسب شكل المنحنى الضوئى التمييز بين مجموعتين فرعيتين ؛ **نجوم دلتا قيفاوى الحقيقيه** التى تتميز بصعود سريع إلى النهاية الضوئيه العظمى متبوع بهبوط بطئ إلى الحضيض الضوئى، ثم نجوم زيتا ـ التوأمين التى تستغرق نفس الزمن فى كل من الصعود والهبوط. وليست المنحنيات الضوئيه ملساء دائما، حيث أنه من الممكن ظهور نهايات صغرى ونهايات عظمى جانبيه، كما أن إنتظام وجود هذه الثنيات ضعيف جدا. ومن الممكن الإستدلال على ذلك إذا رسمنا للنجوم ذات طول دورة التغير الضوئى المتساوى منحنى ضوئى متوسط. وبالتدريج من الدورات القصيره إلى الطويلة فإن المنحنيات المتوسطه تتغير

كذلك فى إنتظام . كما أن شكل المنحنى الضوئى عموما غير مستقر للنجم الواحد .

تنتمى نجوم دلتا قيفاوى إلى المتغيرات النابضه ، التى يحدث فيها تغيير دورى لنصف قطر النجم . وفى المتوسط فإن تغيير نصف القطر يقدر بحوالى ١٠٪ من قيمته ، ويبلغ ذلك فى النجم ﮐ قيفاوى نفسه حوالى ٢٫٧ مليون كم . ويتم التمدد بسرعات تتراوح من ٣ إلى ٣٠ كم/ث . ولو أننا رسمنا قيما للسرعات الخطيه المقابله للأزمنه المختلفه فإننا نحصل على صورة المنحنى الضوئى للنجم كما لو كانت معكوسه أمام مرآه . فتبلغ السرعه الخطيه أكبر قيمة سالبة لها عندما يبلغ اللمعان نهايته العظمى . أى أن سطح النجم يتحرك فى هذا الوقت بأقصى سرعه نحو المشاهد . والعكس صحيح فى حالة أدنى لمعان . وإذا قمنا بحساب منحنيات التغيير فى نصف القطر من السرعات الخطيه فإننا نحصل على صورة كما يوضحها الشكل ، ففى وقت اللمعان الأعظم والأدنى يكون للنجم نفس الحجم . كما يبلغ النجم أكبر قطر له خلال الهبوط وأصغر قطر له خلال الصعود على المنحنى الضوئى . أى أن التغيير فى اللمعان لا يمكن أن يكون سببه الأحجام المختلفه للنجم . وكما يتضح من دراسات طيفيه كثيره فإن الإختلافات فى درجة الحراره أولى أن تكون السبب فى تغيير اللمعان هذا ، فى النهاية العظمى للمعان تعلو درجة الحراره بدرجة كبيره ، حوالى ١٠٠٠ درجه عنها عند النهايه الصغرى بما يناسب الطاقه التى يتم إشعاعها .

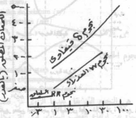
مع التغيير فى درجة الحراره يتغير أيضا النوع الطيفى دوريا . ففى أثناء اللمعان الأعظم يكون النوع الطيفى بين A ، F ، بينما يكون فى أثناء اللمعان الأصغر بين G ، K . وفى نجم واحد يتراوح التغيير من ٠٫٥ إلى ١٫٠ نوع طيفى . ويعتمد كل من طول دورة التغيير الضوئى والنوع الطيفى فى أثناء النهاية العظمى أو النهاية الصغرى للمنحنى الضوئى على



١ تغيير بعض أبعاد نجم دلتاقيفاوى نمطى خلال فترة التغيير فى اللمعان .

بعضها البعض . أى أن هناك علاقه بين الدوره والطيف ، فكلما طالت الدوره كلما تبع الطيف أنواعا متأخره .

يزداد تركيز نجوم دلتا قيفاوى عموما ناحية مستوى المجره . علاوة على ذلك فإن حركة هذه النجوم فى الفضاء موازيه فى الغالب لهذا المستوى . ولهذه الأسباب فإن الجزء الأكبر من نجوم دلتا قيفاوى ، **القيفاويات الكلاسيكيه** ، يتبع الجمهرة الأولى ومع ذلك فقد تم أيضا إكتشاف نجوم دلتا قيفاوى فى عروض مجريه عاليه ولها سرعات كبيره فى إتجاه عمودى على مستوى المجره ، الأمر الذى يجعلها تنتمى إلى الجمهره الثانيه . وهذه النجوم تكون ما يعرف **بنجوم W العذراء** . ومنحنياتها الضوئيه ودورة تغييرها الضوئى ، التى يتزايد شيوعها عند ١٨ يوما ، يماثلان ما فى النوع الكلاسيكى من القيفاويات . ومع ذلك توجد إختلافات مميزه بين النوعين ، فاللمعان المطلق لنجوم W العذراء يبلغ من حوالى من ١٫٥ إلى ٢٫٠ قدرا أقل من نجوم دلتا قيفاوى ذات نفس طول الدوره . كذلك توجد إختلافات بسيطه فى الطيف ، حيث نجد أن نجوم W العذراء متقدمه نوعا طيفيا عن نجوم دلتا قيفاوى ، كما تظهر فى طيفها خطوط إنبعاث .



٢ العلاقة بين الدورة واللمعان .

توجد علاقة بين طول دورة التغير الضوئى واللمعان المطلق المتوسط لنجوم دلتا قيفاوى إكتشفها «ليفيت» عام ١٩١٢ لقيفاويات سحابة مجلان الصغرى ؛ فكلما طالت الدوره كلما زاد اللمعان المطلق . وهذه العلاقه بين اللمعان والدوره لها أهميه كبيره فى تعين مسافات المجموعات النجوميه الخارجيه ؛ فمن الدورات المقاسه للتغير الضوئى لنجم دلتا قيفاوى يتم إستنتاج اللمعان المطلق . ومن الأخير وبمعلومية اللمعان الظاهرى المقاس يمكن ، بمساعدة قاعدة معروفه (← اللمعان) إستنتاج مسافة النجم المقصود وبالتالى المجموعة النجوميه التى تحتويه . ومن الضرورى معايرة هذه العلاقه بين الدوره واللمعان على نجوم دلتا قيفاوى المجربه معروفة المسافه بطرق أخرى أى لابد من تعيين نقطة الصفر فى هذه العلاقه .

يزداد اللمعان المطلق لنجوم W العذراء بزيادة طول الدوره كما فى القيفاويات الكلاسيكيه إلا أن نقطة الصفر فى ذلك تختلف . وكلتا العلاقتين مرسومتان فى الشكل . والمكان الدقيق لصفر العلاقه بين اللمعان المطلق وزمن الدوره غير معروف بدقه لأنه من الممكن من ناحية أن تحتوى القيم التى تم تعيينها لمسافات كل من نجوم دلتا قيفاوى ونجوم W العذراء ، أى تلك المسافات التى تم بواسطتها معايرة العلاقه بين الدوره واللمعان ، على أخطاء . ومن جهة أخرى من المحتمل أن لا تتفق جميع النجوم مع العلاقه بين اللمعان وزمن الدورة تماما : فمن المتوقع أن يتأرجح اللمعان المطلق بمقدار بسيط لنفس طول الدوره .

تم حتى الآن إكتشاف نجم واحد أوقف نبضه . فالنجم RU الزرافه ، الذى يعتقد أن يكون إحدى نجوم W العذراء ، وطول دورته الأصليه ٢٢ يوما ومقدار التغير فى لمعانه يبلغ بالكاد قدرا واحدا ، لم يلاحظ له فى عام ١٩٦٥ أى تغير ضوئى بعد أن تضاءلت تأرجحات لمعانه منذ عام ١٩٦٣ . بعد ذلك بدأ النجم فى النبض وبدون إنتظام . ويعتقد أن يكون هذا التصرف نتيجة تغير سريع فى التركيب الداخلى للنجم .

توجد نجوم دلتا قيفاوى فى مكان مميز من شكل هرتز سبرنج ـ رسل ، حيث شريحة القيفاويات ، التى تمر خلال منطقه العمالقه الحمر وفوق العمالقه وتكاد تكون عموديه فى هذا الشكل بين درجتى الحراره الفعاله ٥٠٠٠ إلى ٦٠٠٠ درجه (شكل ← المتغيرات) . وحسب نظرية ← تطور النجوم فإن نجوم دلتا قيفاوى ذات كتل كبيره ، كما أنه تم فيها إستنفاذ كل الهيدروجين قريبا من المركز خلال العمليات النوويه . وتغطى إحتياجات الطاقه عن طريق تحول الهليوم إلى عناصر أثقل . لذلك فإن نجوم دلتا قيفاوى تعتبر أكبر سنا من نجوم التتابع الرئيسى ذات نفس الكتله . وفى أثناء تطوره فإن نجما من نجوم دلتا قيفاوى ذو كتله كبيره يعبر الشريحه القيفاويه عدة مرات . ومن الممكن فى هذا الوقت أن تؤدى إضطرابات بسيطه فى توازن الضغط داخل النجم إلى تأرجح النجم بصورة منتظمه . وخارج نطاق الشريحه القيفاويه يتم إخماد هذه الأرجحه بصورة قويه جدا لدرجه أن الإضطرابات تتلاشى . وإذا تواجد النجم

فى المنطقه النابضه فإن ظروف درجة الحراره والضغط فى طبقات النجم الخارجيه تكون بحيث تزداد قابلية مادته للإمتصاص فى خلال الإنكماش أثناء الأرجحه . وبذلك يتم إمتصاص طاقه الإشعاع بدرجة أكبر فيعلو كل من الضغط ودرجة الحراره وتتباعد أجزاء النجم عن بعضها . أما فى خلال مرحلة التمدد فإن القدره على الإمتصاص تقل ويتم إشعاع طاقة أكبر إلى الخارج فتبرد الأجزاء الداخليه ويقل بذلك الضغط وينكمش النجم . وعلى كل فإن التبديل فى القدره على الإمتصاص يحتفظ بنبض غير مخمد للنجم .

نجوم – Z – الزرافه

Z - Cameloparadies stars

هى مجموعه من النجوم المتغيره ، تشابه فى لمعانها وأطيافها ← نجوم – U – التوأمين . وتختلف نجوم – Z – الزرافه عن هذه النجوم أساسا بسبب ما يحدث فيها من توقف التأرجح اللمعانى . أى أن نجوم – Z – الزرافه تظل وقتا طويلا على لمعان متوسط .

نجوم الزمن

time stars

étoiles horaire *(pf)*

Zeitsterne *(pm)*

هى نجوم تم إختيارها بالقرب من خط الإستواء السماوى ومعروف مطلعها المستقيم بدقه بالغه ، ستعمل فى غرض تعيين الزمن بالطريقه الفلكيه (← الزمن)

نجوم زيتا التوأمين

Zeta Geminorium stars

هى إحدى مجموعات ← نجوم دلتا قيفاوى .

النجوم السبعه

Seven stars, Pleiaden

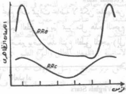
هى نجوم ← الثريا

نجوم – RR – السلياق

RR - Lyrae stars

هى نجوم منتظمة فى تغيير لمعانها ودورة التغيير فيها أقصر من ٥ر١ يوم . ومعظم هذه النجوم لها دوره أقصر من يوم واحد ، بينما حوالى ٦٦٪ منها لها دورات من ٤ر٠ إلى ٦ر٠ يوم . وفى المتوسط يبلغ مقدار التغيير الضوئى قدرا واحدا . تحدث فى بعض هذه النجوم تغييرات دوريه فى شكل المنحنى الضوئى وفى دورة تغييره تسمى **بظاهرة بلاشكو** . وفى حالة النجم – RR – السلياق نفسه (الممثل النمطى لهذه النجوم) يحدث تغيير فى اللمعان من ٨ر٠ إلى ٢ر١ قدرا . ويرجع التغيير الضوئى إلى نبض النجم . وفى اثناء الزياده والنقص المتنظمين فى قطر النجم توجد سرعات تصل حتى ٦٠ كم/ث . وعلى حسب شكل المنحنى الضوئى يتم التمييز بين ثلاثة أنواع لهذه المتغيرات : ففى نجوم RRa السلياق يتم الصعود إلى القمه أسرع بكثير من الهبوط إلى القاع . وفى نجوم RRc السلياق يستغرق كل من الصعود والهبوط زمنين متساويين . وبين هذين النوعين توجد نجوم – RRb – السلياق (الشكل) . ولما كان النوعان ، b متشابهين إلى حد كبير كما أن معظم النجوم يشاهد لها أشكالا متبدله للمنحنى الضوئى ؛ مره a ومره b فإن هذين النوعين يسميان معا بنجوم RRab السلياق وتوجد فى بعض الأحيان سواءا فى الفرع الصاعد أو النازل من المنحنى الضوئى إرتفاعات أو إنخفاضات .

تنتمى نجوم – RR السلياق إلى العمالقه من



كركوى المنحنى الضوئى لنوعين فرعيين من نجوم RR السلياق .

النجوم ، على أساس أن غالبية أنواعها الطيفيه A ونادرا F ولمعانها المطلق حوالى + ٥ر٠ قدر . إلا أن بعض هذه المتغيرات له لمعان مطلق أقل من ذلك . وعن موقع نجوم RR السلياق فى شكل هرتز سبرنج ـ رسل ؛ ← المتغيرات ، الشكل . ولا توجد علاقة بين زمن التغيير الضوئى لنجوم RR السلياق وبين قوة إشعاعها ويدل شيوع نجوم RR السلياق بكثرة فى الحشود النجوميه الكرويه ، والذى يرجع إليه تسميتها أحيانا بالمتغيرات الحشديه ، بالإضافه إلى عدم إنتظام توزيعها فى السماء وسرعاتها الكبيره بالنسبه للشمس على تبعية هذه النجوم إلى الجمهره II .

النجوم الشارده

Runaway stars

هى نجوم من النوع الطيفى O أو B لها سرعات فضائيه عاليه ، فتتراوح السرعات الخطيه المقاسه بين ٣٠ ، ١٠٠ كم/ث . والنجوم الشارده تنتمى على خلاف العاديات إلى الجمهرة الأولى المتطرفه . ومن المحتمل أن تكون النجوم الشارده قد نشأت فى تجمعات ثم أخذت بعد ذلك فى الإبتعاد بسرعات عاليه نسبيا . ومن الممكن أيضا أن تكون هذه النجوم عباره عن أعضاء سابقين فى مزدوجات نجوميه فقدت المركبه الأخرى فيها أجزاء كبيره من كتلتها أثناء إنفجار سوبر نوفا لدرجة لم تعد غير قادرة على الإحتفاظ بالنجم الشارد فى مداره .

النجوم الشواذ

Peculiar stars

هى نجوم ذات مميزات خاصه لا يمكن تعليلها عن طريق التقسيم الطيفى . ويتم تمييز مثل هذه النجوم بحرف P صغير يوضع بعد النوع الطيفى للنجم (إلى اليمين) .

نجوم W العذراء

W - Virginis Stars

هى إحدى مجموعات ← نجوم ـ دلتا ـ قيفاوى .

نجوم ـ RW ـ العناز

RW - Aurigae stars

هى متغيرات نجوميه يكون فيها تغيير اللمعان غير منتظم كلية وفجائى الحدوث ومقداره من ١ إلى ٤ أقدار . ومن ناحية أخرى يمكن أن يظل اللمعان ثابتا لأسابيع بطولها ، فتبدو حالة الإستقرار هذه غير مرتبطه بموقع معين من المنحنى .

ولاتزال أسباب التغيير الضوئى غير معروفه حتى الآن . وتبعا لنوعها الطيفى فإن هذه النجوم تنتمى إلى نجوم ـ B حتى ـ M ، وتتميز أطيافها بوجود خطوط إنبعاث . وهذه النجوم عباره عن نجوم من التتابع الرئيسى تتواجد بكثرة فى أو بالقرب من سحب غاز ما بين النجوم (السدم المجريه) . ولذلك تسمى نجوم ـ RW ـ العناز أحيانا **بالمتغيرات السديميه** . ومن غير المعروف وجود أى تأثير لقربها من السدم طالما أن ممثلاتها النطيه ، مثل النجم RW العناز نفسه ، موجوده فى مكان خالى من السدم . ويفترض عموما بأن هذه النجوم ونجوم ـ T ـ الثور ، التى تنطوى أحيانا تحت هذه النجوم ، عباره عن نجوم حديثه النشأه . ومن الممكن أن تكون نجوم T الثور مازالت فى مرحلة الإنكماش ، فوقعها فى شكل هرتزسبرنج ـ رسل أعلى من التتابع الرئيسى .

نجوم القِلاص

Hyades

هى حشد نجومى يرى بالعين المجرده بجوار النجم α ـ الثور (الدبران) ويبلغ قطر الحشد ٤ بارسك ، والمسافه بيننا وبينه حوالى ٤٠ بارسك . وأحيانا يعتبر القلاص ، بسبب تساوى سرعات نجومه فى الفضاء ، واحدا من ← الحشود المتحركه (أنظر الشكل هناك) وتحت إسم **مجموعة القلاص أو تيار الثور** تسمى تلك النجوم التى تنتمى إلى الحشدين ناحية حركتها وليس بسبب موقعها على الكره السماويه . وتشمل مجموعة القلاص نحو ٣٥٠ نجما تتحرك معا بسرعة ٣٢ كم/ث .

نجوم ـ UV ـ قيطس

UV -Cetei stars

هى تسمية أخرى ← للنجوم المتاجحه .

نجوم الكربون

carbon strs

هى نجوم النوعين الطيفيين R ، N يظهر فيها بوضوح مركبات الكربون مثل جزئيات السيانوجين .

نجوم الليثيوم

Lithium stars

← شيوع العناصر الكيماويه .

النجوم المتأججه وتسمى أيضا نجوم ـ UV ـ قيطس

Flare Stars

وهى نجوم متغيره اللمعان يكون فيها تأرجح اللمعان فى فترات غير منتظمه وفجائيا . ويمكن أن يصل التارجح إلى ٦ أقدار . ويبلغ اللمعان الأقصى خلال بضع ثوانى كما بتطلب النزول إلى اللمعان العادى فترة قصيره أيضا ، حوالى ٣٠ دقيقه . ويمكن أن تكون أسباب زيادة اللمعان راجعة إلى ظواهر شبيهه بما يحدث أثناء الإضطرابات الشمسيه . يدل على ذلك العلاقه الوطيده بين تأرجح شدة الضوء فى كل من النطاق البصرى والراديوى من الطيف ، الشئ الذى يلاحظ فى بعض النجوم المتأججه مثل **نجوم UV قيطس** التسميه الأخرى لهذه النجوم . وتنتمى النجوم المتأججه إلى الأنواع الطيفيه المتأخره . كما ينتمى أيضا إلى هذه النجوم أقرب نجم إلى الشمس ، نجم الأقرب القنطورى .

النجوم المتغيرة

variable stars
étoiles variables *pf)*
veränderliche Sterne *(pm*

هى نجوم ثوابت تتغير لمعانها مع الزمن بشدة . ولما كان الدليل على تغير اللمعان يعتمد على حساسية مُستقبل الإشعاع (العين و اللوح الفوتوغرافى أو الخليه الضوئية) ، فإن الفرق بين كل من اللمعان المتغير واللمعان الثابت وبالتالى بين كل من النجم العادى والمتغير ليس واضح التحديد تماما . وفى حالة المتغيرات الطيفية يكون النجم متغيرا إذا لم يظل اللمعان الكلى ثابتا أو قليل التغيير . وإن كانت شدة أحد أو عدد من الخطوط الطيفيه تتعرض لترنحات مع الزمن

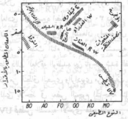
إن القطع بما إذا كان نجم ما يتغير حقيقة أم لا ، يمكن الوصول إليه أحيانا بعد أعوام طويلة على سبيل المثال فى المتغيرات طويلة الدوره . وفى خلال هذا الوقت لابد من متابعة لمعان النجم عن طريق القياسات الدائمة . والهدف من ذلك هو إستخراج المنحنى الضوئى ، ومنه نحصل على مقدار التغيير الضوئى ؛ علاوة على ذلك فإن المنحنى الضوئى هو الخاصية الأساسية لتقسيم المتغيرات . ونحصل على المنحنى الضوئى فى أبسط الحالات بالطريقة البصرية بمساعدة طريقة ← التقدير السلّمى ، التى تطبق بنجاح أيضا فى إستنتاجات الصور الفوتوغرافية وأدق شئ هو أن يقاس التغيير الضوئى بطرق كهروضوئية (← فوتومترى) . بهذه الطريقة أمكن قياس تغيير فى اللمعان من بضع ٠٫٠١ قدرا . يصل العدد الكلى للنجوم أكيدة التغيير ، أى المعروف لها عناصر التغيير الضوئى : المقدار والدورة ووقت حدوث أقصى لمعان أو أقل لمعان محدد وكذلك خصائص التقسيم الأخرى ، إلى حوالى ٢٠٠٠٠ نجما وهو دائم الزيادة .

التقسيم : يتم تصنيف المتغيرات إلى أقسام تستند على مظهر المنحنى الضوئى . وقد إتضح ضرورة إستخدام خواص أخرى للنجوم فى التقسيم ، وذلك عندما تتماثل عناصر قسم معين مع بعضها فيزيائيا وتختلف مع قسم آخر . ومن الخصائص الإضافية الأساسية : اللمعان المطلق والنوع الطيفى أى الموقع فى شكل هرتز سبرنج ـ رسل ، ظروف الحركة والوضع فى داخل مجموعة سكة التبانه . ولما كنا نعرف طيف حوالى ٢٥٪ فقط من كل المتغيرات ، لذلك لابد لنا تغير من الإعتماد على مظهر المنحنى الضوئى وحده .

وتزداد صعوبة التقسيم أيضا بسبب عدم المعرفة الدقيقة بنظرية المتغيرات (إنظر بعده) وبالتالى للأسباب الفيزيائية فى التغيير الضوئى للأنواع العديدة . وتختار أسماء النجوم ذات الخواص النمطية كأسماء للأقسام المختلفة .

يتم تقسيم المتغيرات أساسا فى مجموعتين كبيرتين هما المتغيرات العضوية والمتغيرات البصرية . **والمتغيرات العضوية أو المتغيرات الذاتية** عبارة عن نجوم يحدث تغييرها الضوئى بفعل تغييرات فى قوة الإشعاع مع الزمن ، على أن يشمل التغيير نصف القطر ودرجة الحرارة الفعالة و (أو) الطيف . **أما المتغيرات البصرية** فلها أبعاد ثابتة وهى عبارة عن نجوم مزدوجة يحدث التغيير فى ضوئها إما بواسطة الكسوف الدورى من أحد النجمين للآخر (← المتغيرات الكسوفية) أو بفعل الأبعاد المتغيرة للسطح المرئى المضىء (← متغيرات المجسمات الناقصة) . ومن المتغيرات المعروفة نجد حوالى ٨٠٪ عبارة عن متغيرات عضوية .

تتدرج المتغيرات الفيزيائية فى مجموعتين حسب شكل تغيير الضوء : الجزء الأساس ويضم ٩٠٪ من كل المتغيرات الفيزيائية المعروفة يسمى **بالمتغيرات النابضة** ، أى أن التغيير فى ضوئها يحدث خلال تغييرات منتظمة إلى حد ما (نبضات) فى نصف القطر وكذلك أيضا خلال التغيير فى درجة الحرارة الفعالة ، فى هذه المجموعة توجد متغيرات يحدث فيها التغيير الضوئى بإنتظام كبير ، بحيث يمكننا بدقه ولوقت طويل تحديد أوقات حدوث اللمعان الأكبر أو اللمعان الأصغر مسبقا . ويختلف الوضع عن ذلك بالنسبة للمتغيرات النصف منتظمة ، التى يمكن أن يتغير فيها طول الدورة بين حدود متباعدة والتى لا يبقى فيها أيضا شكل ومقدار المنحنى الضوئى ثابتين بأى حال من الأحوال . وفى التقسيم الأكثر دقة للمتغيرات النابضة تستخدم أيضا كخصائص أطوال الدورات ، وهى فى المتوسط أقصر ما يمكن فى حالة نجوم RR السلياق ، كذلك خاصية إنتظام تغيير الضوء . وفى هذا الشأن فإن المتغيرات غير المنتظمة توجد فى منطقة العمالقة وفوق العمالقة من شكل هرتز سبرنج – رسل أما فى حالة **المتغيرات الانفجارية** فإن التغيير الضوئى يحدث غالبا خلال إحدى أو عديد من الانفجارات المتكررة ، المصحوبة بقذف مادى يعانى منه النجم أو غلافه الجوى فقط . ويكون تقسيم المجموعات فى هذه المتغيرات أفراد التتابع الرئيسى تبعا لشدة الانفجار . يسمى جزء من متغيرات التتابع الرئيسى يشمل ذوات التغير السريع فى اللمعان من النجوم بإسم نجوم RW العناز ؛ ومن خصائص تلك النجوم أنها توجد على حافة أو فى داخل سحابة بين نجومية ، وإن كنا لا نعرف إن كان ذلك يتعلق بتغيرها . لذلك تسمى هذه المجموعة من النجوم أيضا بالمتغيرات السديمية .



وضع المجموعات المتغيرة المختلفة من النجوم فى شكل هرتز سبرنج – رسل .

يعطى الجدول التالى نظره عن التقسيم الكلى ، ويراعى وجود تداخلات عديدة بين المجموعات المختلفة وأن التقسيم الذى يفى بالغرض يمكن الوصول إليه عندما نعرف القوانين الفيزيائية للتغيير الضوئى بالدقة الضرورية . وتدل الأعداد المميزه للمجموعات المختلفة على إنتماء هذه المجموعات لأى من الجمهرتين I أو II . كما أن الخواص المميزة توجد تحت إسمها .

نظام تقسيم النجوم المتغيرة (بين الأقواس أعطيت الجمهرة).

I ـ المتغيرات الذاتية :

المتغيرات النابضة :
نجوم RR السلياق (II)
نجوم دلتا الدرع
نجوم دلتا قيفاوى (I)
نجوم W العذراء (II)
نجوم بتيا الكلب الأكبر (I)
نجوم الأعجوبة (I ، II)
المتغيرات نصف المتنظمة (I ، II)
نجوم RV الثور (I ، II)
نجوم α^2 كلاب الصيد
المتغيرات غير المتنظمة (I ، II)

المتغيرات الانفجارية :
النوفا (I ، II)
المتغيرات الشبيهة بالنوفا
السوبر نوفا (I ، II)
نجوم R الإكليل الشمالى
نجوم RW العناز (I)
نجوم U التوائمين
نجوم UV قيطس
نجوم Z الزرافة
II ـ المتغيرات البصرية
المتغيرات الكسوفية المتغيرات البيضاوية .

لم يتم فقط إكتشاف المتغيرات فى مجموعة سكة التبانة (المتغيرات المجرية) وإنما أيضا بأعداد كبيرة فى المجموعات النجومية الأخرى . والمتغيرات النابضة من نوع دلتا قيفاوى تلعب دورا فاصلا فى تحديد مسافة هذه المجموعات النجومية (← مجموعة نجومية) .

التسمية : يرمز للمتغيرات فى كوكبة ما على التوالى بحرف لاتينى من R حتى Z متبوعا بإسم الكوكبه أو إختصاره وذلك تبعا للنظام الذى إقترحه الفلكى الألمانى «أرجى ليندر» (١٧٩٩ ـ ١٨٧٥) مثل S الثعلب ، وذلك إذا لم تكن هذه المتغيرات قد سُميت من قبل تبعا لقياسات «بايرز» السماوية ، وتلك عبارة عن خريطة نجومية يرجع تاريخها إلى عام ١٦٠٣ . ومثال ذلك دلتا قيفاوى . وحيث أنه قد يوجد فى كوكبة واحده أكثر من تسع متغيرات ، فقد أدخلت الحروف اللاتينية المزدوجة، RR ،....، RZ، SS ، .... ، SZ الخ حتى ZZ وأخيرا أيضا AA، .... ، AZ ، BB ، ... ، BZ حتى QQ .... ، QZ مثل CN الجبار . ولايدخل الحرف J أو تركيباته مع الحروف الأخرى فى هذا التقسيم لما يمكن أن يحدث من خلط بينه وبين الحرف I . وبهذه الطريقة يوجد ٣٢٥ إمكانية أخرى للتسمية . وفى حالة وجود أكثر من ٣٣٤ متغيرا فى كوكبة ما يتم ترقيم المتغيرات بعد هذا العدد بحيث يسبق الرقم حرف V ويتبعه اسم الكوكب أو إختصاره ، مثال ذلك متغير V787 القوس والرامى . وتطلق بعض المراصد على ما تكتشفه من متغيرات رموز خاصة بجانب أرقام تسجيلها فى سجل الإكتشاف ، وذلك مثل ما يفعله مرصد زونبرج : S 5218 ، مرصد هارفارد HV7876. أما قبل التسمية النهائية فتحمل المتغيرات فى الغالب رمزا مؤقتا .

المصنفات : أحد مصنفات النجوم المتغيرة هو الفهرس العام الجديد للنجوم المتغيرة الذى يعده الفلكيون السوفيت «كوكاركين» و«وبارريناجو» و«وإفريموف» ، و«وخولوبوف» وآخرون بناءا على تكليف من الإتحاد الدولى الفلكى وذلك كل ١٠ سنوات مع إضافات سنوية . وتحتوى طبعة عام ١٩٦٩ لعدد من ٢٠٤٤٨ نجما برموزها وإحداثياتها

وسع تغييرها الضوئى وكذلك مقدار التغيير فى لمعانها ونوعها الطيفى . أما الخرائط الضرورية للتعرف على المتغيرات الخافتة فنجدها مبعثرة فى المنشورات والدوريات العلمية ويجمع كتاب تاريخ وما نُشر عن نجوم النجوم المتغيرة كل ما نشر عن تلك النجوم .

النجوم المزدوجة (المزدوجات النجومية)

douple stars

١ ـ المزدوجات الضوئية : نجان يظهر نجمان فى نفس الإتجاه فى السماء تقريبا إذا نظرنا إليهما من الأرض . أى أن ظهورهما كذلك يكون ظاهرى فى وضع تلاصق تقريبى على الكرة السماوية ، فى حين أنهما فى الحقيقة على مسافتين مختلفتين جدا من الأرض وبالتالى فإنهما بعيدين جدا عن بعضهما فى الفضاء . والمزدوجات الضوئية ليست ذات أهمية كبيرة فى الفلك .

٢ ـ المزدوجات العضوية : وفيها يتواجد نجمان على مسافة بسيطة من بعضهما فى الفضاء ، كما أن جاذبيتهما المشتركة كبيرة بحيث يكونان وحدة عضوية ، أى أنهما يتحركان حول مركز ثقل المجموعة تبعا لقانون كبلر . وفى مثل هذا المزدوج يرمز **للمركبة الألمع (النجم الرئيسى)** بالرمز A بينما يرمز **للنجم الأخفت (التابع)** بالرمز B . أما إذا تكونت مجموعة عضوية من أكثر من نجمين فإنها تعرف باسم ← نجم متعدد .

يمكن أن تكون المسافة بين النجمين صغيرة جدا بحيث تنتقل مادة أحدهما إلى الآخر . ومن ناحية أخرى قد تكون المسافة كبيرة جدا بحيث تبلغ مائة مرة قدر المسافة بين الشمس وبلوتو ، أبعد كوكب فى المجموعة الشمسية . ويتراوح زمن الدورة بين ساعات قليلة وبضع آلاف السنين .

من النجوم التى نراها بالعين المجرده حوالى ٢٠٪ مزدوجات عضويه وبين كل ستة نجوم قريبه من الشمس نجد نحو خمسة منها مزدوجه أو متعدده . وفى داخل كره نصف قطرها ٥ بارسك حول الشمس نجد أن ٤٠٪ من النجوم مزدوجه أو عديده . وعموما فإن كل رابع نجم تقريبا فى الطريق اللبنى مزدوج أو عديد النجوم .

أى أن هذه المجموعات شائعه تقريبا مثل النجوم المنفرده . والمزدوجات العضويه مهمة فى الفيزياء الفلكيه ، حيث يمكن فقط بواسطتها الحصول على معلومات دقيقه عن كل من الكتله والقطر والكثافه . وهذه المعلومات تعتبر نمطيه للنجوم المنفرده ، ولو أن ذلك ليس الحال دائما .

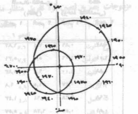
التسميه . ـ فى حالة ما إذا كان النجم المزدوج لا يحمل حرفا أو رمزا من الكوكبه أو البرج الذى ينتمى إليه فإن هذا النجم يميز بإسم مكتشفه والرقم الذى أدرج به فى سجل الإكتشاف . وتستعمل للأسماء إختصارات ؛ فتدل H على وليليام هرشل ، h على جون هرشل ، Σ وبليام ستروفا ، على إيتكن ، R على رابى .. وهكذا .

التقسيم : ـ تنقسم المزدوجات العضويه إلى أربع مجموعات حسب إمكانية رصدها : ١ ـ بصريه ، ١ ـ طيفيه ، ٣ ـ فوتومتريه ، ٤ ـ أسترومتريه (أو تسمى أحيانا بالمزدوجات التى ليس لها تابع مرئى) . ويلاحظ أن هذا التقسيم ليس واضح الحدود تماما فالمزدوجات الفوتومتريه تعتبر مجموعه فرعيه من المزدوجات الطيفيه .

١ ـ يفهم تحت **المزدوجات البصريه** تلك المزدوجات التى يمكن تمييز مكونيها بأحسن الأجهزه الضوئيه . ويأتى الحكم الفاصل بكون المزدوج البصرى حقيقة مزدوج عضوى فى بعض الأحيان بعد بضع سنين . كما أن الإختلاف فى الحركة الذاتيه قد يعطى الإنطباع بأن هذا المزدوج الضوئى عباره عن مزدوج عضوى . وتعطى الإزاحه فى المدار البيضاوى أول دليل على أن هذا ليس مزدوجا ضوئيا وإنما

عضويا . واحتمال أن تكون النجوم المتجاوره جدا إلى بعد زاوى معين أزواجا عضويه يقل كلما إنخفض اللمعان الظاهرى ، لأن اللمعان الصغير يعنى فى المتوسط مسافة أكبر للنجوم عن الأرض ، والبعد الكبير عن الأرض يعنى مع نفس البعد الزاوى مسافه أكبر فى الفضاء (مسافة خطيه) بين النجوم . وحيث أن النظام يميل أكثر لأن يكون عضويا كلما صغرت المسافه الخطيه بين نجميه فقد أدخل «إيتكن» شرطا تعتبر تبعاله كل المزدوجات ، ذات القدر m التى يكون لو غاريتم المسافه الزاويه بينهما مقاسه بالثانيه القوسيه أقل من (2.8 - 0.2m) ، عضويه . وعلى ذلك تصير ، على سبيل المثال ، كل مزدوجات القدر العاشر التى تقل المسافه الزاويه بين نجميها عن ٦" مزدوجات عضويه ، وذات البعد الأكبر عن ذلك ضوئيه . وفى المصنف الكبير للنجوم الذى أصدره «إيتكن» (المصنف الجديد للنجوم) يوجد ١٧١٨٠ مزدوجا فقط توافق هذا الشرط . ومن بين ...٦٥ نجما مزدوجا تم تصنيفها فإننا نعرف المدارات الدقيقه لحوالى ٦٠٠ منها فقط . ومن المؤكد أن جزءا من المزدوجات الباقيه مزدوجات ضوئيه .

إن علاقات الحركه فى المزدوجات العضويه هى نتيجة كتلتى مركبتيها المتساويه ، بحيث أن النجمين

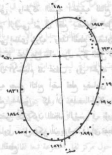


١ مدارى مركبتى المزدوج النجومى كروجر ٦٠ حول مركز الثقل المشترك +. وتعطى السنون مواقع المركبة فى المدار فى الأوقات المختلفة .

تطوفان حول مركز ثقلها بطريقة متشابهه تبعا لقانون كبلر . وهذه الحركه الحقيقيه المطلقه للنجمين لا يمكن رؤيتها بطريقة مباشره ، ولكن يمكن فقط رؤية مسقطها على المستوى الماس لقبة السماء . وهذا بدوره فقط عندما نعين التغيير فى المكان لأحد النجمين ، فى القاعده النجم الرئيسى ، خلال المقارنه بنجوم أخرى . أما بالنسبه للنجم الأخر فيكفى تحديد الوضع النسبى بالنسبه للنجم الرئيسى مقاسا ، على سبيل المثال ، خلال مسافة زاويه وزاويه وضع . وعلى العموم فإننا نعين مسقط حركة التابع بالنسبه للنجم الرئيسى . والحركه النسبيه الحقيقيه للتابع بالنسبه للنجم الرئيسى تتم فى قطع بيضاوى يحتل النجم الرئيسى إحدى بؤرتيه . وهذا القطع البيضاوى مشابه لحركة كل نجم على حده حول مركز الثقل المشترك ، إلا أن الأحجام قد تختلف . وفى الحركه الظاهريه النسبيه يصنع التابع أيضا قطع بيضاوى غير شبيه بالقطع الحقيقى . كما أن هذه الحركة الظاهريه لاتقتضى أن يكون النجم الرئيس فى بؤرة القطع البيضاوى ، بل يمكن أن يتواجد فى أى نقطه داخل هذا القطع .

يتم خلال تحديد مدارات المزدوجات البصريه تحديد المدار الحقيقى من المدار الظاهرى . ويكون الهدف هو تعيين ٧ من عناصر المدار الحقيقى . والسبب فى زيادة العدد إلى سبعه يرجع إلى أن كتلتى النجمين غير معروفه ، ولهذا لا يمكن تطبيق قانون كبلر الثالث ، الذى يربط بين عناصر المدارين وكل من القطر الأكبر وزمن الدوران بطريقة مباشره ، لأن الكتله الغير معروفه تدخل فى هذا القانون . ولا بد من تحديد كل مدار على حده أولا . فإذا عرفنا كل منهما على حده أمكننا بواسطة قانون كبلر الثالث تعيين مجموع الكتلتين . وبالتحديد فإن المدار الحقيقى يتم تحديده عندما نعرف كل من عناصر المدار الديناميكيه (زمن الدوران وزمن الحضيض للتابع) وكذلك

الأبعاد التى تحدد مدار التابع (القطر الأكبر للمدار بالثانيه القوسيه والإهليجيه) وعناصر تحديد الإتجاه فى الفضاء (ميل مستوى المدار بالنسبه للمستوى المماس والزاويه بين إتجاه الشمال وخط العقدتين والزاويه بين خط العقدتين وخط الأوج والحضيض) . كما يمكن بمعلومية إختلاف منظر النجم المزدوج حساب طول القطر الأكبر بمقاييس طوليه ، على سبيل المثال بالوحدات الفلكيه . وهناك أيضا طرق تحليليه وهندسيه معروفه لتحديد المدار بالنسبه لنجم مزدوج .



٢ المدار الظاهرى للتابع المزدوج النجومى 73 Σ (١٦ المرآة المسلسلة) النجم الرئيسى الموجود فى مركز الاحداثيات .

ويتطلب تحديد المدار بقدر الإمكان مواقع دقيقه للتابع بالنسبه للنجم الرئيسى . وعلاقات تحديد المدار بالنسبه للنجوم المزدوجه تختلف عنها فى حالة المجموعه الشمسيه . ففى المجموعه الشمسيه يتم ذلك من خلال عدد قليل ولكن دقيق من المواقع . ونتيجة صغر الأبعاد فى حالة النجوم المزدوجه فإن أخطاء القياس تؤثر بدرجة كبيره ، ولو أن الخطأ المتوسط يمكن تقليله باستعمال المنظار إلى ١ًر. وفى التصوير الفوتوغرافى إلى ١ًر٠٫٠ . لهذا فإننا نحتاج فى تعيين مدارات النجوم المزدوجه إلى عدد كبير بقدر الامكان من أماكن كثيره فى زمن طويل . ومن هذه المعلومات يمكن إستنتاج مواقع يتعادل فيها الخطأ ثم يستعان بنقط من على القطع المرسوم لتحديد المدار.

يضم الجدول الآتى بعض المعلومات لبضع مزدوجات نجوميه . ويلاحظ أن النجم ADS 12096 هو المزدوج البصرى ذو أصغر زمن دوران وأن O^2 الدب الأكبر ذو أكبر زمن دوران . أما المزدوج الذى كان يعرف قديما باسم $BD - 8^0 4352$ بزمن دوران ١٫٧ سنه فهو فى الحقيقه نجم ثلاثى . وكون تعيين المدار غير أحادى الدلالة دائما يتضح فى المجموعة 104 ـ الثور ، التى يمكن تمثيل أرصادها (حسب «إجن») بمدارين :

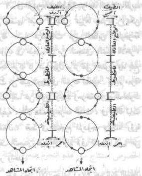
المزدوجات البصرية

الاســم	زمن الدوره (بالسنين)	نصف المحور الأكبر للمدار		اللمعان الظاهرى (بالقدر)		الكتله (بوحدة كتلةالشمس)	
		بالثانيه القوسيه	بالوحده الفلكيه	النجم ١	النجم ٢	النجم ١	النجم ٢
	٢٫٦٨	٠٫١٢٩	٢٫٣	٦٫٨٢	٧٫٤	٠٫٨٦	٠٫٨٢
الفرس الأصغر	٥٫٦٠	٠٫٢٦٥	٤٫٢	٥٫٣١	٥٫٤	١٫٠٦	١٫٠٤
الكوثل	٢٣٫١٨	٠٫٥٨	٨٫٧	٥٫٨٣	٦٫٤	١٫٠٠	٠٫٨٨
كروجر ٦٠	٤٤٫٦	٢٫٤١	٩٫٥	٩٫٨	١١٫٥	٠٫٢٧	٠٫١٦
الشعرى اليمانيه	٤٩٫٩	٧٫٦٢	٢٠٫٥	١٫٤٣	٨٫٦٤	٢٫٢٨	٠٫٩٨
٦١ الدجاجه	٦٩١٫٦١	٢٤٫٤٤	٨٠٫٠	٥٫٥٧	٦٫٢٨	٠٫٥٥	٠٫٥١
المرأه المسلسله	٣٥٥٤	١٫٨٤	١٥٠	٤٫٥٠	٦٫١	١٦٫٦٧	٧٫٠٠
الدب الأكبر	١٠٨٥٠	٢٥٫٥٠	٤٨٠	٤٫٩٣	٨٫١	١٫٣٤	٠٫٣٨

١ - قطع ناقص طويل ذو إهليجيه قدرها ٠,٩٠ ويميل ٧٣° على المستوى الماس وزمن الدوره ١٩ر١ سنه ،
٢ - مدار دائرى الشكل يقع تقريبا فى المستوى الماس إلا أن مدة الدوره فيه تبلغ ضعف ما فى المدار الأول . وهناك بالتأكيد مجموعات لها أزمنة دوره أطول أو أقصر بكثير عما يحتويه الجدول وإن كان وجود مثل هذه المزدوجات يصعب إثباته ؛ حيث يتطلب تحديد مدارات المجموعات طويلة الدوره فترة رصد طويله بينما لا يمكن تمييز المجموعات قصيرة الدوره بصريا لقرب المسافه بين نجميها . ولذلك فإنهما يقعان فى مجموعة المزدوجات الطيفيه .

توجد المزدوجات البصرية فى جميع الأنواع الطيفية . ويشيع وجودها فى الأنواع الطيفيه المتقدمة والمتوسطة تقريبا من A حتى G ؛ كذلك توجد فى النجوم المزدوجة عمالقة وأقزام بنفس النسبه . وهناك مزدوجات نجميها الإثنين عمالقه أو أقزام . كذلك توجد مجموعات تتكون كل منها من عملاق وقزم . وللمزدوجات التى يكون أحد نجميها أبيض أهمية خاصه فى دراسة تطور النجوم . وحتى الآن لم يتم إستنتاج إختلافات فى شيوع المزدوجات البصرية من حيث كل من اللمعان المطلق والكتله وتوزيع وظروف الحركه .

تصلح المزدوجات البصريه جيدا لإختبار درجة



٣ الازاحة الخطية الناتجة من السرعة الخطية فى طيف المزدوجات الطيفية . الى اليسار : المركبتان متساويتان فى اللمعان . الى اليمين : احدى المركبتين أخفت من الأخرى ، وفى هذه الحالة يمكن فقط رصد طيف المركبة اللامعة .

تفريق المناظير . ولهذا الغرض تُختار سلسلة من المزدوجات بحيث يكون نجميها على نفس اللمعان بقدر الإمكان وتقل المسافه الزاويه بينهما بالتدريج . ويرصد هذه المزدوجات فى نفس النظام فى إتجاه قلة المسافه حتى تصل إلى المزدوج الذى يمكن بالكاد تميز نجميه . وفى الجدول التالى مجموعة من المزدوجات البصريه (أو مركبتين فقط من النجم المتعدد تظهر فى المناظير الصغيرة كمزدوجات بصريه) .

مزدوجات بصريه لتعيين قوة تفريق منظار ما

الإسـم	اللمعان الظاهرى بالقدر		المسافة بين النجمين بالثانيه القوسيه
	النجم ١	النجم ٢	
ع الحوت	٥,٦	٦,٦	٢٣,٨١
٢٠ التوأمين	٧,٢	٧,٨	١٩,٨٥
٢٠ الفهد	٧,٣	٧,٥	١٤,٩٥
١ الزرافه	٥,٩	٦,٩	١٠,٣٥
γ الحمل	٤,٨	٤,٩	٧,٩١
١١٨ الثور	٥,٩	٦,٧	٤,٨٣
α الحوت	٤,٣	٥,٣	٢,٠٧
ع الحمل	٥,٢	٥,٥	١,٤١

٢ـ فى المزدوجات الطيفية يتواجد النجمان بالقرب من بعضهما بحيث لا يمكن تمييزها بصريا . ويمكن معرفة أنهما مزدوجات من التطابق والزحزحة الدوريه فى طيف كل من النجمين بالنسبة للأخر ، نتيجة لحركة كل منها حول مركز ثقل المجموعه وما يتبع ذلك من تغيير دورى فى السرعه الخطيه . كما يتم معرفة ذلك أيضا عن طريق وجود زحزحة دوريه للخطوط الطيفيه ، لأن هذه الزحزحه تحدث ، فى حالة ثبات اللمعان ، فقط فى النجوم المزدوجه ويمكننا رؤية طيف النجمين فقط إذا زاد فرق اللمعان بينهما عن قدر واحد .

يعرف حتى الأن حوالى ٢٧٠٠ نجم ثابتة اللمعان ولها سرعات خطيه متغيره ، إلا أن هذا التغيير مدروس فقط بدرجة جيده لحوالى ٥٠٠ نجم منها ، لدرجة أمكن معه تحديد مداراتها . والعدد الكلى للمزدوجات الطيفيه على ذلك غير معروف حتى الأن ، إلا أنه يعتقد أن يكون ٣٠٪ من النجوم اللامعه وحتى ٥٠٪ من النوع الطيفى مزدوجات طيفيه .

يمكن تحديد المسار الزمنى لتغيير السرعات الخطيه أثناء دورة المزدوج من وضع مخروط المدار وكذلك إهليجيته . ومن ذلك يمكن إستنتاج الأبعاد الضروريه لتعيين المدار . ولما كانت الحركة الحقيقية للنجوم فى الفضاء غير معروفة فإن ميل المدار بالنسبة للمستوى المماس غير معروف وكذلك القطر الأكبر للمدار . ولهذا فمن غير الممكن تعيين الكتله . إلا أنه من الممكن حساب النسبه بين كتلتى النجمين حتى بدون معرفة الميل ، عندما نتمكن من رصد طيف كل من النجمين ، أى إذا زاد فارق اللمعان بينهما عن قدر واحد . فمن سير السرعات الخطيه للمركبتين ومن زمن الدوره يمكن تعيين النسبه بين المدارين ، ومنها يمكن حساب النسبه بين الكتلتين بمساعدة قانون كبلر الثالث .

فى العادة يقل زمن دوران المزدوجات الطيفية عن ٥ سنوات ، ويكثر بين سنتين إلى ٥٠ يوما . وأقل دوره تم رصدها حتى الأن هى للنجم WZ السهم وتبلغ ٨٠ دقيقة . وهذا النجم فى نفس الوقت متغير كسوفى عانت إحدى نجومه من إنفجار تجدد فى كل من عامى ١٩١٣ ، ١٩٤٦ . وهناك مزدوجات طيفيه ذات دورة تزيد عن ٢٠ عاما . وأكبر سرعة خطيه تم رصدها حتى الأن بلغت ١٤٠٠كم/ث وأصغرها تبلغ بالكاد أقل من ٢ كم/ث وتحدث فى المزدوجات ذات أكبر زمن دوران أو أقل ميل .

توجد المزدوجات الطيفية أيضا ممثلة فى جميع الأنواع الطيفية ،لكنها أكثر شيوعا فى النوعين A،B. وعلى وجه العموم فإن المزدوجات الطيفية التى يتقارب نجميها ، أى ذات زمن الدورة القصير فى المتوسط هى غالبا من نجوم الأنواع الطيفية O، B ، A ، F . والنجوم العمالقة من النوع الطيفى المتوسط والمتأخر ، أى من الأنواع G حتى M توجد فى المزدوجات ذات زمن الدوره الطويل . وكما فى المزدوجات البصريه لا توجد فروق كثيرة بين المزدوجات الطيفية والنجوم المنفردة .

لقد كان للمزدوجات الطيفية أهمية كبيرة بالنسبة لإكتشاف خطوط إمتصاص مادة ما بين النجوم . فقد إكتشف «هارتمان» فى عام ١٩٠٤ فى مزدوج الجبار أن أغلب الخطوط الطيفيه تشترك فى الإزاحات الدوريه نتيجة دوران نجمى المزدوج فى مداريهما بينما

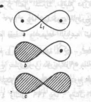


٤ الحركة الخاصة لمركبى المزدوجى النجومى الشعرى اليمانية بين عامى ١٩٠٠ و ١٩٨٠ .

خطوط الكالسيوم المتأين ثابته . وعلى ذلك فلا يمكن أن يكون النجم هو مصدر خطوط أيونات الكالسيوم هذه ، بل لابد أن تكون قد طبعت على الطيف فى طريق الضوء من النجم إلى الراصد . ولهذا فإن هذه الخطوط تابعة من مادة ما بين النجوم . وفى خلال الأبحاث اللاحقه لمادة ما بين النجوم تم إكتشاف خطوط أخرى لتلك الماده فى نجوم منفردة أخرى .

٣ ـ والمزدوجات الفوتومتريه عبارة عن ← متغيرات كسوفية . وفيها يوجد خط الرؤيه من الراصد إلى المزدوج قريبا من مستوى مدار النجمين ، بحيث يغطى أحدهما الآخر لبعض الوقت . ويستدل على صفة الإزدواج من التغيير الضوئى أى من خلال طرق فوتومتريه .

٤ ـ وفى المزدوجات الأسترومتريه التى تعرف أيضا **بالنجوم ذات التوابع غير المرئية** يستدل على وجود التابع من وجود تغييرات دورية فى موقع النجم عند تحديد موقعه بالنسبة لنجم آخر . والتغيير فى الموقع الذى يتجمع مع الحركة الذاتية للنجم ، يحدث بسبب دوران النجم حول مركز الثقل المشترك بينه وبين التابع غير المرئى . وهذا التغيير صغير جدا على وجه العموم . إن مثل هذه الحركات يمكن رصدها لنجوم كثيره . وأشهر مثال لذلك هو نجم الشعرى اليمانيه ، الذى ظل تابعه ، الشعرى اليمانيه B غير مرئيا



• مقطع خلال متساويات الجهد فى (a) نظام منفصل ، (b) نظام نصف منفصل ، (c) نظام متلاصق . وقد ظللت المناطق المملوءة بالمادة . وتدل L_1 على نقطة التحرر الأولى .

ولو أن وجوده كان معروفا من خلال التغيير الحادث فى مواقع الشعرى اليمانيه . بعد ذلك أمكن مشاهدة الشعرى اليمانيه B بطريقة مباشرة كنجم من القدر الظاهرى ٨٫٦٤ . ومن قيمة التغيير فى الموقع ودورة ذلك يمكن إستنتاج كتلة التابع ، إذا كان إختلاف منظر النجم الرئيسى معروفا . نتج عن ذلك كتلا بعضها أقل بكثير عن كتلة الشمس وقريبة جدا من كل الكواكب العملاقه (المشترى أو حوالى ٠٫٠٠١ من كتلة الشمس) . مثال ذلك ← نجم السهم وكتلته ١٫٨ مره مثل كتلة المشترى . ويمكن على وجه الخصوص استنتاج مثل هذه النجوم صغيرة الكتلة فى المزدوجات التى تكون كتلتى نجميها صغيرتين . فى هذه الحالة يكون المزدوج النجومى فى الحقيقة عبارة عن مجموعة ثلاثية النجوم . ونرى مثالا للتابع غير المرئى فى نظام ثلاثى النجوم فى النجم ٦١ سيجنى A ، وكتلته ٠٫٠١٦ أوكروجر 60A وكتلته ٠٫٠٠٩ . من كتلة الشمس . وكما يتضح من هذه الامثله فإنه لا يمكن إلى أى حد الزعم بأن كل مزدوج نجومى يحوى فقط نجمين إثنين .

إن جزاءا كبيرا من المزدوجات عبارة عما يعرف **بالنظم أو المزدوجات المنفصله** ، التى يكون فيها البعد بين النجمين كبيرا بالنسبة لقطر كل منها . فإذا وضعنا جسم تجريبى صغير قريبا من إحدى النجمين تغلبت جاذبية النجم وسقط الجسم تجاهه . وإذا أبعدنا الجسم التجريبى فى أى إتجاه بعيدا عن النجم وتركناه للدوران حول مركز الثقل المشترك فإننا نصل إلى نقطه توازن فيها القوى المؤثره على الجسم التجريبى (قوتى جذب النجمين وقوة الطرد المركزية) . وبتوصيل كل هذه النقط نحصل على سطح يسمى سطح التعادل الحرج ، الذى يحتوى نقطة التحرر L_1 للنجمين (← مسألة الثلاثة أجسام) . ويغلف هذا السطح حجمين منفصلين ، مسموح بهما ، يتلامسان فى النقطة L_1 . وفى النظم المنفصله نجد أن حجم كل نجم أصغر بكثير من الحجم المسموح به وفى **النظم**

النصف منفصله يملأ أحد النجمين الحجم المسموح به ، أما فى حالة **النظم المتلاصقه** فيصل كلا النجمين بمادته إلى سطح التعادل الحرج . فإذا ملأ نجم ما حجمه المسموح به أصبح من الممكن أن تعبر مادته خلال نقطة التحرر L_1 إلى النجم الآخر . وفى النظم المتلاصقه يتم تبادل فى الكتله بين النجمين ، ويمكن أن يتبع ذلك نقص فى الكتله نتيجة سريان مادة المزدوج إلى فضاء ما بين النجوم . ومن الممكن أن ينتج عن المزدوج المنفصل مزدوجا نصف منفصل أو ملتصق بعد أن يتم إستهلاك الهيدروجين فى الأجزاء الداخليه لأى من النجمين أو كليهما فيتطور النجم بذلك إلى نجم عملاق . كما أنه على العكس من ذلك يمكن أن ينتج من المزدوج نصف المنفصل نظام منفصل ثانية وذلك عندما ينضب مصدر طاقه داخل النجم بينما لا تكفى كتلته لرفع درجة الحراره المركزيه لدرجة تكفى إشعال تفاعل نووى آخر . بعد ذلك تسقط الماده المالئه للحجم المسموح به حول النجم فى إتجاه المركز . وآخر مرحلة فى مثل هذا التطور هى نجم صغير منضغط جدا .

النشأة : حسبما يُفترض حاليا تنشأ نجوم كثيره من مادة ما بين النجوم فى مجموعات . والإحتمال كبير أن ينشأ نجمين قريبين من بعضهما بحيث يتكون منها مجموعة عضويه . ومن الممكن التفكير فى طريقة أخرى لنشأة المزدوجات النجوميه ، وذلك بأن تكون قد تكونت نتيجه أسر بعضها للبعض الآخر . وتبعا للحسابات المناسبه يبدو ذلك غير محتمل تماما ، لأن هذا يؤدى فقط إلى أن يصبح ٠٫٠٠١٪ فقط من النجوم مزدوجات ، الشيء الذى لا يتفق مع العدد الكبير الذى تم إكتشافه من المزدوجات النجوميه . وهناك إمكانية أخرى لنشأة المزدوجات النجوميه وذلك بإنشطار نجم منفرد إلى نجمين أو أكثر نتيجة سرعة دوران كبيره للنجم الأم . وحيث أن الدوران الكلى للنجم المزدوج لابد وأن يتساوى مع عزم دوران النجم الأم ، فإن ذلك يستلزم دوران الأخير بسرعة عالية جدا . ويذكر أيضا بأن يكون النجم المزدوج أو المتعدد عبارة عن حشد نجمى منحل ، وإن كان من غير المحتمل أن يكفى ذلك لتفسير عدد المزدوجات الكثيره المرصوده ، لان الحشود التى تتفكك هى تلك التى تتوافر فيها شروط معينه ، وبالتحديد فلا بد أن نجومها كانت مركزه فى حيز ضيق (← تحديد العمر) .

كان « و . هرشل » فى عام ١٨٠٠ أول من إعترف بوجود المزدوجات العضويه . كما كان « بيكرينج » فى عام ١٨٨٩ أول من إكتشف مزدوجا طيفيا . وكان « هـ . فوجل » أول مكتشف للطبيعه المزدوجه فى المتغيرات الكسوفيه .

النجوم المضاعفه

multiple stars
étoiles multiples *(pf)*
Multiple - Sterne *(pm)*

أكثر من نجمين يكونان وحده أو نظام بفعل الجذب المشترك . وفى الغالب لا يتم إكتشاف نجوم النظام فى نفس الوقت وإنما على أساس أنها ← مزدوجات نجوميه . ويتم إدراكنا للنجوم الغير مرئيه بما تحدثه من إضطرابات فى مدار أى أفراد المزدوج أو كليهما . ومثال النجوم الثلاثيه هى مجموعة النجم إبتا الجبار ، التى تحتوى نجم منفرد ومزدوج طيفى يتحركون جميعا حول مركز الثقل المشترك . وتبلغ دوره النجم المنفرد حوالى ٣٤٧٠ يوما بينما دوره المزدوج الطيفى حوالى ٨ أيام فقط . والمجموعه الرباعيه تتمثل فيما يعرف بالنجم إكزاى الدب الأكبر . فيبدو هذا النجم كمزدوج بصرى زمن دورته ٥٩٫٧ سنة . وكل نجم من هذا المزدوج هو فى حد ذاته مزدوج طيفى زمن دورة الأول ٤ والثانى ٦٩٩ يوما . ومثال المجموعة سداسية النجوم هو النجم ألفا ـ التوأمين الذى يحتوى على ثلاث مزدوجات طيفيه تدور حول مركز ثقل مشترك وأحدها متغير كسوفى .

نجوم المعلف

Praesepe

هى حشد نجمى مفتوح يشاهد بالعين المجرده فى برج السرطان .

النجوم المغلفه

Shell stars

هى نجوم ذات أغلفه جويه تمتد إلى مسافات بعيده . ويتضح لنا هذا الغلاف الجوى مما يظهر فى طيف هذه النجوم من خطوط إنبعاث طيفيه فى منتصفها خطوط إمتصاص ضيقه جدا . ومن المحتمل أن يكون الغلاف الغازى قد نشأ نتيجة الدوران السريع للنجم ، الشىء الذى يوءدى إلى عدم إستقرار فى المناطق الإستوائيه للنجم وبذلك تُسرع الماده إلى الخارج مكونة للغلافْ الجوى .

النجوم المغناطيسية

magnetic stars

← المجال المغناطيسى للنجوم .

نجوم ميوقيفاوى

Mio Cephei stars

هى نجوم لها لمعان نصف منتظم التغير يبلغ فى النطاق البصرى من ٣ر إلى ٢ر١ قدرا بينما التغير فى اللمعان البولومترى فقط ربع هذه القيمة . وتتابع التأرجحات فى اللمعان فى الغالب بسرعه خلف بعضها ، وشكل المنحنى الضوئى متموج عموما ، إلا أنه من الممكن أن يبق اللمعان ثابتا لفترة طويلة . ومن غير الممكن إستنتاج أى علاقة واضحة بين التغير المرصود فى السرعة الخطيه مع التغير الضوئى .

تنتمى نجوم ميو ــ قيفاوى إلى فوق العمالقة . وتشمل من النوع الطيفى G, B حتى M . كما أن تركيزها بالنسبة لمستوى المجره بسيط . وتعتبر نجوم ــ ميو ــ قيفاوى مجموعة فرعية من المتغيرات نصف المنتظمة .

نجوم النثره

Praesepe stars

هى ← نجوم المعلف .

نجوم ــ نقيض ــ الغول

Antalgol stars

هى تسمية قديمه لنجوم RR السلياق التى لها لمعان أقصى منتظم وذلك على خلاف نجوم الغول التى لها لمعان أدنى منتظم .

النجوم النيوترونيه

Neutron stars

هى مجموعه من النجوم ذات كثافة عاليه فوق العاده وتدل على وجودها إحتمالات كبيره . وتقدر الكثافه المركزيه من حوالى 10^{14} إلى 10^{15} جم/سم^3 ، وهى تقترب بذلك من كثافة نواة الذره . وقد وصلت الكثافة إلى هذا الحد الكبير لأن الإليكترونات والبروتونات يمكنها أن يتحولا عند كثافة حوالى 10^9 جم/سم^3 أو يزيد إلى نيوترونات . (العمليه العكسيه لتحلل ــ بيتا ، الذى يتفكك فيه نيوترون إلى بروتون وإليكترون) وفى أثناء تحلل بيتا العكسى أخذت كثافة الإليكترونات وما ينتج عنها من ضغط الإليكترونات فى التناقص ، الأمر الذى أدى إلى زيادة الكثافة إلى 10^{14} جم/سم^3 بواسطة إنكماش النجم من ناحية وكون النيوترونات أجسام متعادله ولا تتسبب فى قوة طارده هيدروستاتيكيه من ناحية أخرى . يتكون نجم النيوترون أساسا من نيوترونات . وهو محاط بغلاف جوى عادى ، وإن كان سمكه لا يتجاوز بعض الأمتار وتبلغ درجة حرارته بضع ملايين الدرجات . لهذا فإن غالبية إشعاع النجم يوجد فى نطاق أشعة رونتجن . وبسبب الكثافة العاليه فإن قطر نجم نيوترونى له نفس كتلة الشمس يبلغ من ٥ إلى ١٠ كم . وهناك إفتراضا بأن نجم النيوترون قد نشأ أثناء إنفجار سوبر نوفا من النوع I . كما يفترض كذلك أن تكون نجوم النيوترون الدواره ذات المجال المغناطيسى القوى هى أصل ← البلسار .

وحتى الآن لم نتمكن من إثبات وجود نجوم النيوترون عن طريق الأرصاد .

نجوم وولف ـ رايت

Wolf- Rayet stars
étoiles de wolf- Rayet *(pf)*
Wolf- Rayet stars

نجوم ذات درجة حراره فعاله عاليه ويظهر فى طيفها إنبعاثات عريضه وقويه فوق الطيف المستمر الخافت نسبيا . وجزء من هذه الخطوط مصدره الهيدروجين والهليوم . يرمز لهذه النجوم فى التقسيم الطيفى بالحرف W (قديما أيضا بالرموز Qa ، Q_b، Qc) وتعرف بنجوم ـ W. ويجرى تقسيم نجوم وولف ـ رايت ذاتها إلى مجموعتين : مجموعة أو نجوم WC وتتميز بوجود خطوط إنبعاث قويه من الكربون (C) المتأين من مره إلى ثلاث مرات . أما نجوم WN فتوجد بها على وجه الخصوص خطوط إنبعاث قوية جدا من النيتروجين (N) المتأين من مرتين إلى أربعة مرات . وهاتين المجموعتين تسميان أيضا مجموعة الكربون والنتيروجين على التوالى .

يبلغ متوسط اللمعان المطلق فى حالة نجوم ـ Wc القدر ـ ١ر٣ وفى حالة نجوم ـ WN القدر ـ ٥ر٢ ؛ وتتراوح درجات حرارتها بين ٥٠٠٠٠ إلى ١٠٠٠٠٠ درجة . كما يتضح من الطيف أن نجوم وولف ـ رايت محاطه بغلاف متمدد تنشأ فيه خطوط الإنبعاث . ويرجع العرض الكبير فى خطوط الإنبعاث من الإضطراب فى الغلاف من ناحيه ، ومن ناحيه أخرى بفعل سرعة التمدد العاليه لمادة هذا الغلاف ، والتى تصل إلى ٣٠٠ كم . لذلك يبدو أن هذه النجوم تفقد دائما من مادتها إلى مادة ما بين النجوم . وفى مجموعة سكة التبانه يمكن أن يوجد نوعين مختلفين من النجوم التى لها نفس الخواص الطيفيه مثل نجوم وولف ـ رايت . وبعض نجوم وولف ـ رايت هذه أعضاء محتمله فى تجمع ـ O ، تنتمى بذلك إلى الجمهره الأولى المتطرفه ، أى أنها عبارة عن نجوم حديثه النشأة جدا ، بينما البعض الآخر ينتمى كنجوم مركزيه فى السدم إلى جمهرة القرص .

تم الآن إكتشاف أكثر من ٢٠٠ نجما من نوع نجوم وولف ـ رايت وقد كان الفلكيان «وولف» «ورايت» هما اللذان إكتشفا الأعداد الأولى منها ولذلك سميت هذه النجوم بإسميهما .

النجيم

Astroid

هو ← الكويكب .

النحات

Caelum, Cae *(L)*

هو كوكبة ← النحات

النحلة

Musca, Mus *(L)*
Fly
mounche *(sf)*
Fliege *(sf)*

إحدى كوكبات نصف الكره السماويه الجنوبى التى لا تشاهد من خطوط عرض البلاد العربية بإستثناء السودان وجنوب الجزيرة العربية .

نريدى

Nereide

أحد ← تابعى نبتون .

نسبة الفتحه

aperture ratio
ouverture relative *(sm)*
Offnungsverhältniss *(sn)*

هى النسبة بين الفتحه (قطر المرآه أو الشيئيه) إلى البعد البؤرى ← للمنظار .

النسر

Aquila, Aql. *(L)*
aquila
aigle *(sm)*
Adler *(sm)*

هو كوكبة ← العقاب .

النسر الطائر

Atair *(A)*

هو ألمع نجم (ألفا) فى كوكبة العقاب. والنسر الطائر يتمى بلمعانه الظاهرى البصرى الذى يبلغ ٧٧و٠ قدرا إلى ألمع النجوم فى السماء . ويمثل هذا النجم أحد أركان **المثلث الصيفى** . والنوع الطيفى للنسر الطائر A7 ونوع قوته الإشعاعيه V. وبمقارنه النسر الطائر

بالشمس نجد أن قطره أكبر بقليل من قطر الشمس إلا أن إشعاعه يبلغ حوالى عشر مرات مثل إشعاعها ودرجة حرارة سطحه الفعاله ٨٠٠٠° درجه ، أى أكبر من نظيرتها للشمس . ويبعد النسر الطائر عنا بحوالى ٥ بارسك أو ١٦ سنة ضوئيه . أى أن هذا النجم ينتمى إلى النجوم القريبه من الشمس .

النسر الواقع

Wega *(A)*

هو ألمع نجم (ألفا) فى كوكبة السلياق . وهذا النجم بلمعانه الظاهرى البصرى من القدر ٠٫٠٣ ينتمى إلى ألمع نجوم السماء ؛ كما أنه أحد أركان **المثلث الصيفى** . والنسر الواقع من النوع الطيفى AO ونوع قوة الإشعاع V ، إى نجم تابع رئيسى متقدم النوع الطيفى . وتبلغ قوة لمعان النسر الواقع ٥٠ مره أكبر من الشمس . ويقدر بعد النسر الواقع عنا بحوالى ٨ بارسك أى ٢٦ سنة ضوئيه .

نسق كابتين

Kapteyn system
systéme de Kapteyn *(sm)*
Kaptaynisches Schema *(sn)*

هو طريقه إقترحها «كابتين» لخطوات حساب تعين الكثافة الحجميه للنجوم فى الطريق اللبنى ؛ ← الإحصاء النجمى .

نشأة الأجرام السماويه

formation of heavenly bodies
formation des corps celeste *(sf)*
Entstehung der Himmelskorper *(sf)*

موضوع يعالجه ← الكسموجونى .

النشاط الشمسى

solar activity
activité solaire *(sf)*
Sonnenaktivität *(sf)*

هى كل التغييرات قصيرة الزمن على الشمس . وينتمى إلى ذلك ← الكلف الشمسى المعروف ، الذى يتغير شيوعه خلال دوره البقع الشمسيه وقدرها ١١ سنة . تسمى المناطق اللامعه على صور الفوتوسفير والكروموسفير الشمسيين ← بالمشاعل الشمسيه . والمادة السحابيه التى ترى مرتفعه بعيدا فوق الكروموسفير تعرف على حافة الشمس ← بالنتوء الشمسى . وأى إنفجار شمسى هو عبارة عن زيادة فى الإشعاع لوقت قصير وفى منطقه ضيقه ومحدده . وتعانى الإشعاعات الراديويه والإشعاعات الجسيميه والمجالات المغناطيسيه المحليه من تأرجحات شديده (← الشمس) . وفى ← الكورونا الشمسيه يتضح وجود تغييرات شديده فى كل من شكل وتركيب الأشعه والانحناءات والتكشفات . ولتسجيل النشاط الشمسى تم الاتفاق على نظام دولى لمراقبة الشمس .

تؤثر الشمس على الأرض كذلك (← الظواهر الشمسيه الأرضيه) على سبيل المثال عن طريق تأثير ما ينبعث أثناء الإضطرابات من إشعاع فوق بنفسجى وكذلك تأثير الاشعاع الجسيمى على التأين فى الغلاف الجوى والمجال المغناطيسى الأرضى .

ترتبط الظواهر المختلفه للنشاط الشمسى إلى حد كبير ببعضها ، الشيء الذى نراه واضحا فى حدوث ظواهر مختلفه فى نفس الوقت . ومن هنا فإنه لا يبدو غريبا أن تسود لجميع الظواهر دوره قدرها ١١ سنة ، والتى نراها فى الكلف الشمسى . لهذا يحسن التحدث عن **دوره النشاط الشمسى** . ويرجع السبب فى نسبة الترنح فى شيوع ظواهر النشاط الشمس إلى الكلف الشمسى لكون التغير فى شيوع الأخير معروف بدرجة جيدة منذ وقت طويل . ويتغير المجال المغناطيس فى الكلف الشمسى كل ٢٢ سنة ، بحيث تستمر دوره النشاط الشمسى فى الواقع لفترة ٢٢ سنة . وحتى الآن لا توجد نظريه مقنعه عن نشأة النشاط الشمسى بظواهره المختلفه ودورته . ويغلب الظن بأن يلعب المجال المغناطيسى دورا كبيرا ، وهو يرتبط بدوره بالأحداث تحت الفوتوسفير فى منطقة تيارات حمل الهيدروجين .

وأيضا من ناحية المكان فإن ظواهر النشاط

الشمسى المنفصله تبدو مرتبطه مع بعضها فى غالب الاحيان ، لدرجة أنها تنطلق من أو ترى فى نفس المكان المحدد من سطح الشمس . ويسمى مثل هذا المنبع المنطق **مركز نشاط** . وهو ينشأ فى مكان ما على سطح الشمس ويحدث له تطور ما تختلف شدته ثم يختفى بعد ذلك . يحتوى الحصر الآتى على التطور الزمنى النمطى لمركز نشاط قوى . ويلاحظ وجود إختلافات كبيره عن هذا الحصر ، إلا أنه يمكن الأكتفاء بهذا الحصر طالما أننا لانعرف الظروف الفيزيائيه بطريقة أفضل .

اليوم الأول : ظهر على سطح الشمس مجال مغناطيسى .

اليوم الثانى : تحول المجال المغناطيسى إلى ثنائى القطب ، أى تطور ألى مجالين مغناطيسيين متجاورين متضادى القطبين ؛ كما ظهر مشعل شمسى صغير .

اليوم الثالث : إمتد المجال المغناطيسى إلى منطقة يزيد قطرها عن ٥٠٠٠٠ كم ؛ إزداد كل من حجم ولمعان المشاعل الشمسيه ، وظهرت فى المنطقة القريبه منها بقعه هى البقعه الرئيسيه أو القائده ، البقعه ـ P . وحول المشعل الشمسى تكون زغب شمسى قصير العمر . كما أن خطوط الكورونا شديده بعض الشيء .

اليوم السادس : ظهرت البقعه التى تتبع البقعة القائده ، أى التابعه التابعه أو البقعه ـ F ولكل من البقعه ـ P والبقعه ـ F مجال مغناطيس مضاد للآخر . وبين البقعتين نشأت بقعا صغيره ، كما ظهرت نتوءات كلفيه . وبين البقعتين الرئيستين أصبحت أولى الاضطرابات مرئيه .

اليوم الاثنى عشر : تظهر مناطق المشاعل أكثر لمعانا وتمتد إلى قطر قدره ١٥٠٠٠٠ كم . وتصل مجموعة ، البقع الشمسيه إلى أكبر قطر لها ؛ وتحدث النهاية العظمى لشدة وشيوع الإضطرابات بكل ما يصاحبها من ظواهر (إشعاع راديوى ، وإشعاع جسيمى ، ونتوءات إضطرابيه ، وزيادة فى شدة خطوط الكورونا) . كما تحدث تكثفات فى الكورونا الشمسيه .

بعد دوره شمسيه : يبلغ المجال المغناطيسى أقصى شده له ، ولا تزال منطقه المشاعل على نفس لمعانها ، إلا أنها أمتدت لأماكن أكبر . يبقى فقط من البقع الشمسيه البقعه ـ P . يتم تكوين نتوء شمسى فى حالة ساكنه يتجه من البقعه P إلى القطب . وصلت خطوط الكورونا إلى أقصى شدة لها . بعد ذلك تبدأ الإضطرابات فى النقصان .

بعد دورتين شمسيتين : ينخفض لمعان المشاعل كما تختفى كل البقع ويزداد الزغب ليشمل منطقه بطول ١٠٠٠٠٠ كم . وتبدأ خطوط الكورونا فى الضعف .

بعد ثلاث دورات شمسيه : تقل شدة المجال المغناطيسى ، وتتحلل المشاعل ، ويزداد طول النتوء أكثر .

بعد أربع دورات شمسيه : يستمر المجال المغناطيسى فى النقصان ويتوزع على مساحة أكبر وتتكسر النتوءات على جانبى خط الإستواء الشمسى .

بعد ٦ دورات شمسيه ثم بعد ذلك : يزداد إنحلال المجال المغناطيسى ويصبح أحادى القطب وتتكون شعاعات الكورونا ويتحلل الزغب .

نشأة العناصر الكيماوية

elements synthesis
formation des éléments *(sf)*
Elementenentstehung *(sf)*

إنظر أيضا ← شيوع العناصر فى الكون .

لا يمكن القول بأى حال أن مسألة نشأة العناصر الكيماويه قد فرغ من حلها . وليس هذا ممكنا لأن كثيرا من القيم النوويه المطلوبه لنظرية نشأة العناصر لازالت غير معروفه . وهناك مجموعة من النظريات تنطلق من نشأة العناصر فى وقت قصير جدا خلال المرحلة المبكره للكون ، بحيث كان الجزء الرئيسى من

العناصر الكيماويه موجودا أثناء تكوين أول جيل من النجوم. والمعروف أن المرحلة الأولى للكون إختلفت كثيرا عن الحالة التى هو عليها الآن (← كسمولوجى). فبجانب تركيز كبير للكتله سادت درجة حراره عاليه جدا. وتحت هذه الظروف المتطرفه أمكن حدوث تفاعلات نوويه ـ على غرار ما يحدث الآن فى داخل النجوم ـ أدت إلى بناء عناصر ثقيلة من الماده الأصليه المتكونة فقط من بروتونات ونيوترونات وإليكترونات. وكنتيجة لتمدد الكون إنخفضت كل من الكثافة ودرجة الحراره بسرعه بحيث توقف نشوء العناصر. وتبعا لتلك النظريات إستغرقت عملية بناء العناصر من دقائق إلى ساعه على أقصى تقدير. وعن طريق هذه النظريات أمكن تفسير نسبة الهليوم الكبيره (← شيوع العناصر الكيماويه) التى تبلغ من ٢٠ إلى ٣٠٪ من وزن الكون. فى مقابل ذلك أمكن بدرجة أقل جوده توضيح نسبة العناصر الثقيلة التى تتطلب لبنائها من البروتونات والنيوترونات وقتا أطول مما كان متاحا أثناء التمدد فى الطور الأول للكون.

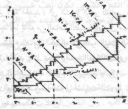
تفترض المجموعه الأخرى من النظريات أن نشأة العناصر الكيماويه عملية مستمره حتى الآن أيضا. وتنطلق هذه النظريات كجميع النظريات الكسمولوجيه من حالة بسيطه بقدر الإمكان تكونت منها الحاله الراهنه حسب القوانين الفيزيائيه المعروفه. وتبعا لذلك تكونت جميع العناصر بنسبها الحاليه خلال تفاعلات نوويه للهيدروجين، أخف العناصر وأسهلها تركيبا، وذلك فى زمن يبلغ بلايين السنين. ويؤيد فكرة الهيدروجين كعنصر إنطلاق أنه أكثر العناصر شيوعا فى جميع الأجسام الكونيه. وبناء العناصر الثقيله بالتتابع من خلال التفاعلات النوويه فى داخل النجوم جاء نتيجة لما يسود هناك من درجات حراره عاليه وكثافات كبيره. ويأتى فى مقدمة العمليات النوويه لبناء العناصر ما عرف منذ زمن طويل من إندماج نووى كمصدر من مصادر ← إنتاج الطاقه داخل النجوم. فمن الهيدروجين يتم بناء الهليوم فقط عن طريق اندماج ـ بروتون ـ بروتون وذلك فى المرحلة الأولى لبناء العناصر، حيث أن ما يلزم لحلقة C-N-o من كربون وأكسجين ونيتروجين لم يتم تكوينها بعد. ويبدأ تفاعل البروتون ـ بروتون فى درجة حرارة حوالى $١٠^{٧}$ درجه.

وعند حوالى $١٠^{٨}$ درجه تنشط عملية بناء البيريليوم $^{8}B_e$ والكربون ^{12}C والأكسيجين 16o والنيون $^{20}N_e$ من جسيمات ألفا، أى نويات الهليوم، على التوالى. وبإرتفاع درجة الحراره إلى $١٠^{٩}$ درجه يمكن أن تندمج جسيمات ألفا أخرى مع النوى المتكونه إلى أن يتكون التيتانيوم ^{48}Ti. ومن ٢×١٠^{٩} إلى ٤×١٠^{٩} درجه تنشط عمليات كثيره من البناء والتحطيم بجانب بعضها البعض مثل إندماج مع البروتونات وتحللها من نوى الذرات، الشئ الذى يؤدى إلى بناء العناصر حتى نصل إلى الحديد $^{56}t_e$. وطاقة الربط لكل لبنة من الحديد أكبر ما يمكن. وإرتفاع درجة الحراره أكثر من ذلك لا يؤدى إلى بناء عناصر أثقل وإنما على العكس من ذلك إلى تحطيم العناصر الثقيله أى إعادة بناء العناصر الخفيفه. يمكن تفسير «قمة الحديد» أى الشيوع الكبير للعناصر عند الحديد وما يماثله من العناصر الثقيله المجاوره فى منحنى ← شيوع العناصر الكيماويه على ضوء الثبات الكبير لنواة الحديد. كما يمكن توضيح النهاية الصغرى فى شيوع العناصر عند الليثيوم والبيريليوم والبورون بأن هذه العناصر قد إستهلكت فى عمليات البناء ولم تنشأ من جديد بكميات كافيه.

تؤدى الإندماجات النوويه التى درسناها حتى الآن إلى تكوين العناصر حتى الحديد. ولبناء العناصر الأثقل من ذلك توجد فى الغالب طرقا أخرى. لهذا الغرض نذكر عملية إقتناص نيوترون يزيد من الوزن الذرى بدون زيادة العدد الذرى. أى أنه يتم بهذا بناء نظائر أثقل للعنصر الواحد. والنوى التى تحتوى على

فائض كبير من النيوترونات غير مستقره بل إنها تتحلل عن طريق إشعاع جسيمات β (بيتا). بذلك يتحلل النيوترون فى النواه إلى بروتون ويزداد بذلك العدد الذرى ويتم إشعاع إليكترون سالب إلى الوسط الخارجى على شكل جسيمات بيتا. وفى حالة ثبات الوزن الذرى فإن العدد الذرى يزداد بإشعاع جسيمات β حتى نصل إلى نسبة من البروتونات والنيوترونات فى النواه تكون معها النواه مستقره. وبهذه الطريقه ينشأ نظير ثابت لعنصر جديد.

من الأهميه بمكان سرعة إقتناص النيوترونات بالنسبه لسرعة اشعاع جسيمات β وفى العاده يوجد عدد قليل من النيوترونات فى داخل النجم لعملية الإنتاج. ولهذا السبب نجد أن الزمن طويل جدا بين كل إلتحامين. وعلى ذلك فإن النواه يمكنها عن طريق إشعاع جسيمات β الوصول إلى عنصر مستقر. وبهذه الطريقه البطيئه يمكن بناء جميع العناصر حتى البسموت 209_{Bi} فى حوالى ^{٥}١٠ سنه. وهنا تنتهى العمليه لأن ما يتم بناءه بعد ذلك يتفكك إلى نوى



١ نشأة نويات العناصر الثقيلة خلال اقتناص النيوترونات Z عدد الشحنة، N عدد النيوترونات، A = Z + N الوزن الذرى، وقد تم بصفة خاصة تمييز العددين السحريين N = ٥٠، N = ٨٢. ويلاحظ أن اقتناص النيوترونات يسبب فى حركة موازية لمحور N (→) بينما تحلل بتيا يتسبب فى حركة على طول خط متسايات A (↖). ويقع حيز النوى المستقرة حول العمليات البطيئة.

الرصاص بسرعه. ويمكن تتبع خطوات بناء العناصر الثقيله من نويات العناصر الخفيفه على شكل P-N (الشكل)؛ حيث تم بعد كل عمليه تخطوها النواه رسم العدد الذرى مقابل عدد النيوترونات وبتوصيل النقط الناتجه نحصل على مسار التطور الذى تسلكه العمليه البطيئه فى شكل P-N الذى يحوى القيم الثابته للبروتونات والنيوترونات.

يتم التطور بطريقة مخالفة لذلك تماما ـ **الطريقه السريعه** ـ فى حالة وجود منبع نيوترونات فياض. بذلك تكون الفتره الزمنيه بين كل إندماجين متتالين للنيوترونات بالنواه قصيرا لدرجة إن النواه لاتجد الوقت للتحلل عن طريق إشعاع جسيمات β بغية الوصول إلى نواة مستقره. ولذلك نجد مسار التطور للتحول المتالى من نواه خفيفه إلى نواه ثقيله فى شكل P-N خارج منطقة النوى المستقره فى حيز يتميز بوجود نوى لها فائض نيوترونات كبير. وبهذه العملية السريعه يمكن أن تنشأ عناصر أثقل وأثقل حتى الكاليفورنيوم ^{254}Kf غير المستقر عن طريق إقتناص النيوترونات. وعلى حسب مايفترض تحدث العملية السريعة أثناء إنفجار سوبر نوفا. وبعد نضوب المصادر الغزيره للنيوترونات تتحول النواه الناتجه إلى نواة مستقره من خلال أشعاعها لجسيمات β ويقدر أن تتمكن سوبر نوفا من إنتاج عناصر ثقيله كافية لما يوجد فى ^{٤}١٠ مره مثل كتله الشمس ويشابه فى تركيبه الكيماوى مع المجموعه الشمسيه. ويبدو ذلك متمشيا مع ماحدث من إنفجارات بالنسبه للكتله الكليه للطريق اللبنى. ولايتم بناء العناصر بنفس السرعه فى جميع أجزاء «مسار التطور»؛ فهناك نوى معينه تقتنص النيوترونات بصعوبه. وهذه هى ذوات «الأعداد السحريه» من النيوترونات ٥٠، ٨٢، ١٢٦ التى إمتلأت فيها بالضبط كل قشرة نيوترونات. وفى هذه الأحوال يتوفر الوقت بين كل إقتناصين متتالين للنيوترونات أكثر مما فى المناطق الأخرى، وعلى ذلك فإن سرعة نمو هذه النظائر صغير. ويمكن

تمثيل ذلك كما لو كانت النواه فى سيرها بشكل P-n تقابل فتحات ضيقه تجعلها تُختزن أمامها . لهذا نجد بصورة خاصه نظائر كثيره لها هذه الأعداد السحريه من النيوترونات . وبهذه الطريقه تنشأ نوى كثيره ذات الأعداد السحرية ٥٠ ، ٨٢ ، ١٢٦ من النيوترونات أى ذات الأوزان الذريه ٩٠ ، ١٣٩ ، ٢٠٨ تقريبا . وعن هذه تنتج القمم فى شكل شيوع العناصر. ومن نتائج العمليه السريعة يمكن أن تنشأ نظائر كثيره حتى الأوزان الذرية ٨٠ ، ١٣٠ ، ١٩٤ فقط بالتقريب ، وذلك إلى أن ينضب معين النيوترونات . وعند هذه الأعداد توجد أيضا قمم فى شكل شيوع العناصر.

لإنتاج العناصر الخفيفة النادرة نسبيا مثل الليثيوم والبيريليوم والبورون التى ، كما ذكرنا ، لاتبقى فى داخل النجوم يمكن أن تكون هناك عملية أخرى فى غلاف النجوم البارده نسبيا . يدل على ذلك ما شوهد من كثرة شيوع الليثوم عن العادى فى أغلفة بعض النجوم . ومن المحتمل أن تحصل اللبنات هنا على طاقة من خلال المجال المغناطيسى الذى يسرعها بدرجة كبيرة بحيث تزداد طاقة حركتها حتى تبدأ فى التفاعل النووى .

إذا كانت العناصر الموجوده فى ماده مابين النجوم ـ بإستثناء الهيدروجين ـ قد نشأت فى داخل النجوم ، فلا بد أن هذه العناصر قد إنتقلت أولا إلى أغلفة النجوم ثم أعطيت بعدها لمادة مابين النجوم . وحسب الأفكار النظرية فإن إنتقال مادة كثيره من داخل النجم إلى غلافه بحيث يحدث خلط سريع لمادة النجم هو أمر غير متوقع . لكن إكتشاف وجود التكنيكوم(T_c) غير المستقر وذى متوسط العمر ٢×١٠^{٥} سنه فى أغلفه نجوم ـ S يجعل إنتقال هذا العنصر من داخل النجم ـ وهو مكان حدوث العملية البطيئة ـ إلى غلافة الجوى لايتعدى ٢×١٠^{٥} سنة . أما حدوث العملية البطيئة فى داخل النجم فيستدل عليه من شيوع النظائر ذات الأوزان الذريه ٩٠ ، ١٣٩ ، ٢٠٨ (انظر قبله) . ويتم إنتقال مادة النجم النجوم الساخنة ذات الكتلة العالية (← الغلاف الجوى النجمى) أو على شكل دفعات كما فى حاله إنفجار النوفا . كما أن إنفجار سوبر نوفا لا يقذف فقط بغلاف النجم وإنما يجزء قيم من النجم نفسه إلى الخارج . وتزويد مادة ما بين النجوم بالعناصر الثقيلة على أكثر إحتمال مصدره إنفجارات السوبر نوفا .

يمكن القول بأن النظريه التى شرحناها لنشأة العناصر تفسر التوزيع المشاهد للعناصر الثقيله بصورة جيدة ، ألا أنها تعطى للهليوم قيما أقل بكثير مما تأتى به الأرصاد . لهذا السبب فإن العناصر الكيماويه يتم إفتراضها حاليا على مرحلتين منفصلتين وغير معتمدتين على بعضها البعض : المرحلة الأولى تقتصر على الفترةالزمنية المبكرة أثناء تمدد الكون ، وفيها تكون جزء كبير من الهليوم . أما المرحلة الثانية فلا تزال مستمرة حتى الآن وهى عمليه مشتركة مع إنتاج الطاقة فى داخل النجوم و ← تطور النجوم وذلك بدرجة وثيقة . وفى هذه العمليه يتم أساسا بناء العناصر أو النظائر الثقيلة . وهذا التطور هو نسيج من النظريتين السابقتين .

يمكن تصور «التطور الكيماوى» لسكة التبانه كما يلى : أولا كانت هناك كتله غازيه غير محدودة الشكل



٢ التغير الزمنى لشيوع العناصر الثقيلة فى مجرة سكة التبانة التى يقدر عمرها بحوالى ١٢ بليون عام . ويعطى الشكل النسبة المرصودة للحديد الى الهيدروجين فى بضع حشود نجومية (منسوباً الى القيم الشمسية) . وتميز المنطقة المظللة الفترة الزمنية التى نشأت فيها جمهرة الهالة ، أى الأجسام مثل الحشود الكروية M5, M53, M2 .

مكونة اساسا من الهيدروجين وما تكون فى مرحلة الكون المبكرة من هليوم . من هذه الكتلة الغازية تكونت أولى نجوم الهالة (الجمهرة الثانية) . وكبير الكتل من هذه النجوم صنع تطورا سريعا تم معه بناء عناصر أكثر وأكثر ثم أعطيت لمادة ما بين النجوم . وهذا الإثراء لمادة ما بين النجوم بالمادة يلاحظ أيضا حاليا وبصورة أوضح للنجوم كبيرة الكتله . وقد تكونت نجوم الجمهرة الأولى كنجوم مرحلة لاحقة ، أى متأخرا جدا بعد نجوم الهالة وذلك من مادة ما بين النجوم بعد أن إزدادت فيها نسبة العناصر الثقيلة . ونجوم الجيل الثانى هذه كان لها وقت نشأتها التركيب الكيماوى الذى يوجد الآن فى غلافها وكذلك فى مادة ما بين النجوم . وفى حالة النجوم صغيرة الكتلة من الجمهرة الثانية سار تطور النجوم وبالتالى نشأة العناصر أكثر بطئا . لذلك نجد هذه النجوم بمحتواها من العناصر الثقيلة القليل نسبيا كمثال ← لشيوع العناصر الكونى فى حقبة سابقة عن المرحلة الثانية لنشأة العناصر .

نشأة النجوم

star formation
création des étoiles *(sf)*
Sternentstehung *(sf)*

← الكسموجونى .

نصف الظل

penumbra
pénambre *(sf)*
Halbschatten *(sm)*

هو النقطة التى لا يصل فيها ضوء المنبع الضوئى جزئيا . وعلى خلاف ← **الظل التام يوجد أيضا** نصف ظل القمر أو الأرض أثناء ← الكسوف أو ← الخسوف .

نصف قطر جرم سماوى

radius of a heavenly body
rayon du corps céleste *(sm)*
Radius eines Himmelskörpers *(sm)*

انظر ← قطر جرم سماوى .

نصف القطر الأكبر

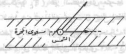
semimajor axis
demi - grand axe *(sm)*
grösse Halbachse *(sf)*

هو نصف المحور الأكبر فى قطع ناقص . وفى حالة المدارات البيضاويه للأجسام السماوية هو عبارة عن نصف البعد بين نقطتى الأوج والحضيض . ونصف القطر الأكبر هو أحد ← عناصر المدار .

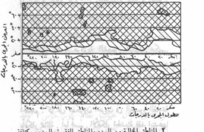
النطاق الخالى من السدم

zone of avoidence
zone d'absence *(sf)*
Nebelfreizone *(sf)*

هو حزام مختلف العرض يمتد بطول خط إستواء المجرة ولا ترى فية آية مجموعات نجومية خارجيه (سدم خارجية) أو على الأقل لا ترى إلا فى مناطق صغيرة ومنعزله . ويتصل بالنطاق الخالى من السدم من ناحيته فى إتجاه العروض المجرية الأعلى على الجانبين **النطاق الفقير بالسدم** . وفى هذا النطاق يقل عدد المجموعات النجومية المرصودة فى وحدة المساحة كثيرا عما هو علية عند أقطاب المجرة . والسبب فى إختفاء الأجسام الخارجية فى النطاق الخالى من السدم يأتى بفعل إمتصاص الضوء بواسطة مادة ما بين النجوم الترابية ، التى تتجمع فى طبقة رقيقة حول مستوى المجرة وتمتص ضوء المجموعات النجومية الخارجية الموجودة خلفها بالنسبة لنا على الأرض . وتأثير الإخفاء كبير لدرجة أنه بالنظر من المجموعة الشمسية ، الموجودة فى وسط هذه الطبقة فى إتجاه مستوى المجرة فإننا لا نرى أى مجموعة نجومية خارجية أما فى اتجاه العروض المجرية الأعلى فإن شعاع الضوء يقطع طريقا أقصر فى مناطق



١ رسم تخطيطى لمادة ما بين النجوم بالقرب من مستوى المجرة .. ويشير السهم الى اتجاه الرؤية من الشمس فى مستوى المجرة وفى العروض المختلفة .



٢ المناطق الخالية من السدم والمناطق الفقيرة بالسدم . وكثافة التظليل دليل على كثافة المجموعات النجومية (السدم) فى وحدة المساحة .

الإمتصاص الكبير ، بحيث أن اللمعان الظاهرى للمجموعات النجومية لا يكاد يضعف . ولما كانت مادة ما بين النجوم ذات أشكال سحابية ، فإن النطاق الخالى من السدم ليس مستوى الحدود ، بل إن فرادى السحب الداكنه تصنع خلجان كثيره . ويلفت النظر إتساع النطاق الخالى من السدم فى إتجاه مركز المجره (الطول المجرى صفر) وكذلك فى إتجاه كوكبة قيفاوس (الطول المجرى ١١٥°) . علاوة على ذلك يلاحظ ووجود خلجان على الناحية الجنوبيه من العروض المجرية فى برج الثور وكوكبة الجبار عند الأطوال المجرية ١٦٠ ، ١٨٠ ، ٢١٠° .

النظائر

isotopes
isotopes *(pm)*
Isotope *(pn)*

هى الذرات ذات الكتل المختلفة للعنصر الكيماوى الواحد ، ولها فى النواه نفس عدد البروتونات ولكن عددا من النيوترونات مختلف وبالتالى ينتج وزنا ذريا مختلفا أيضا . وهناك نظائر مستقره وأخرى غير مستقرة ، أى مشعة . ولما كان عدد الاليكترونات هو نفسه فى حالة الذره فأن للنظائر نفس التفاعلات الكيماوية تقريبا (← تركيب الذرة) .

نظام الإحداثيات الأساسى (الثابت)

Inertialsystem

هو نظام إحداثيات ينطبق فيه قانون جاليل لكمية الحركة . وتبعا لذلك فإن أى جسم ليس خاضعا لآية قوى بالنسبة لنظام الإحداثيات الأساسى يكون فى حالة هدوء أو حالة حركة منتظمه . وأى نظام آخر له سرعة خطيه بالنسبه لنظام الإحداثيات الثابت هو بالطبع أيضا نظام ثابت . بخلاف هذا لا يوجد نظام إحداثيات ثابت مقابلا لحركة دورانيه أو نظام دوّار .

نظام ــ UBV

UBV - system
système UBV *(sm)*
UBV System *(sn)*

← الفوتومترى ، ← معامل اللون .

نظام ــ MKK-, MK

MK, MMK system
système MK, MKK *(sm)*
MK, MKK System *(sn)*

هو نظام لتقسيم النجوم ، يتم فيه ذلك على حسب النوع الطيفى و ← نوع قوة الإشعاع .

النظام البروجى

ecliptic system
système ecliptique *(sm)*
Ekliptiksystem *(sn)*

هو نظام ← إحداثيات فلكى .

نظام (مجموعة) تداخل

Interferenzsystem

هو إحدى آلات ← الفلك الراديوى .

نظام الكون

cosmos, Univers
cosmos *(sm)*, **univers** *(sm)*
Kosmos *(sm)*, **Weltbild** *(sn)*

١ ــ فى المعنى العام عباره عن فكره متكامله عن ← تركيب الكون أى العالم ككل . وقد حاول الإنسان تكوين أفكار عن نظام معين للكون من قديم الزمان . فى أقدم هذه الأفكار توجد الأرض فى منتصف العالم . وقد تخيل الإنسان ، على سبيل

المثال ، الأرض كقرص ثم ككره حره معلقه فى الفضاء . وأعتبر فى ذلك أيضا عالم النجوم الثوابت أصلا كنصف كره تلتقى بحواف قرص الأرض ، ثم بعد ذلك ككره خاليه تحتل الأرض منتصفها . وتبعا لهذا الخيال تتحرك الكواكب مثل الشمس والقمر فى مدارات دائريه حول الأرض التى تستقر فى المركز . كما إعتقد الإنسان كذلك أنه مخلوق يتوسط هذا العالم .

ومع تقدم المعلومات الفلكيه أصبح من الضرورى التنازل عن مكان الإنسان المفضل هذا فى الكون : ثم تبع نظام مركزية الأرض ، أى نظام الكون الذى توجد الأرض فيه فى مركز العالم ، نظام مركزية الشمس ، أى التى توجد الشمس فى مركزه . وأخيرا إتضح أن الشمس ومعها الأرض لا توجد فى مركز مجموعة سكة التبانه ، وأن مجموعة سكة التبانه هذه تمثل واحدة من بين عدد كبير من المجموعات النجوميه الأخرى كما أنه ليس لها أى مكان مفضل . وبهذا المعنى فإن كوننا الحالى لا هو مركزى الأرض ولا هو مركزى الشمس . **قارن أيضا تحت كل من الكسمولوجى والكون .**

٢ـ وفى المعنى الدقيق نعنى به فى الفلك ، وذلك فى مجال حديثنا عن كون مركزى الأرض (الأرض فى مركزه) وكون مركزى الشمس (أى الشمس فى مركزه) ، مجموعة كوكبيه مركزية الأرض وأخرى مركزية الشمس .

طور الإغريق عديدا من **مجموعات مركزية الأرض** . وأفترض «هيراكليس» من «بانتوس» (القرن الرابع قبل الميلاد) أن كلا من الزهره وعطارد يتحركان حول الشمس أما الشمس نفسها والكواكب الأخرى فتدور حول الأرض .

وعالم بطليموس ، الذى سمى تبعا للفلكى الإسكندرى «بطليموس» (القرن الثانى قبل الميلاد) . هو عبارة عن نظرية مركزية الأرض للكواكب . وتدور تبعا لهذه النظرية الكواكب المعروفة فى ذلك الوقت ، وبالتحديد عطارد والزهره والمريخ والمشترى وزحل مضافا إليها الشمس والقمر ، حول الأرض كمركز .

وتمثل **نظرية مركزية الشمس للكون** عكس مركزية الأرض له . وقد صرح «أرستارخ» من «ساموس» (٢٦٥ قبل الميلاد) بأفكار حول عالم مركزى الشمس ، حيث إفترض أن الشمس هائلة الحجم . كما أتى مفكرون آخرون فى العصور القديمة بأفكار مماثلة . أما أسس الأفكار الحديثة فقد إبتدعها «نيكولاوس كوبرنيكوس» (١٤٧٣ – ١٥٤٣) عن النظام الذى سمى باسمه ، **عالم كوبرنيكوس** . وهذا العالم عبارة عن نظرية مركزية الشمس للكواكب وتبعا لها فإن الإرض والكواكب تدوران حول الشمس (التى تمثل فى نفس الوقت مركز الكون) . بعد ذلك طغى نظام «كوبرنيكوس» على نظام «بطليموس» للكون . حدث ذلك فى تردد شديد لأن التطابق بين المواقع التى تتحدد تبعا للنظرية والمواقع المرصوده ليس كبيرا جدا ، وليس على أى حال أحسن مما ينتج من نظرية بطليموس . وفى كل من النظريتين ، نظرية «بطليموس» التى تقضى بمركزية الأرض ونظرية كوبرنيكوس التى تقضى بمركزية الشمس ، تم إفتراض مدارات دائرية لتعليل حركة الأجسام السماويه . ولما لم يمكن بذلك إحتواء الأرصاد الحقيقية والمعقده فقد إتجه التفكير إلى إفتراض تركيبات من المدارات الدائرية ، الابيسيكل (← نظرية الابيسيكل) . بذلك ضاعت البساطة ، التى تمثل الحجة الأساسية لنظرية «كوبرنيكوس» ضد نظرية «بطليموس» . علاوة على ذلك فإن حركة إختلاف المنظر للنجوم الثوابت ، التى يجب أن تظهر كنتيجة لحركة الأرض حول الشمس لم يمكن إكتشافها . لهذا فإنه ليس مستغربا أن يتم معارضة نظرية «كوبرنيكوس» لفترة طويله ، ليس فقط لأسباب فلسفية ودجماطيه ـ خصوصا من الكنيسه ـ وإنما أيضا من الفلكيين . وحاول

«تيكوبراهى» ، أكبر فلكى فى عصره ، تكوين فكره تقرب ما بين كل من نظرية «بطليموس» ونظرية «كوبرنيكوس» . وتبعا لهذه الفكره تدور الكواكب حول الشمس بينما تدور الشمس حول الأرض الثابته فى المركز . ولم تجد هذه النظرية إلا أنصارا قليلين وسقطت بعد فترة قصيرة من الزمن .

كان «كبلر» بنظريته الكوكبيه (قوانين كبلر) ، هو الذى أزال عيوب نظام كوبرنيكوس . وقد إكتسب نظام مركزية الشمس إنتشاره الكبير من خلال قانون «نيوتن» للجاذبية .

نظام الكون مع إعتبار مركزية الأرض

geocentric system
système geocentrique *(sm)*
geocentrisches System *(sn)*

← نظام الكون .

نظام الكون فى ضوء مركزية الشمس

heliocentric system
système héliocentrique *(sm)*
heliocentrisches System *(sn)*

← نظام الكون .

النظرية الإضطرابيه

turbulence theory
theorie de turbulance *(sf)*
Turbulenztheorie *(sf)*

هى إحدى نظريات ← الكسموجونى .

النظرية البركانية

volcanic theory
théorie volcanique *(sf)*
Volkantheorie *(sf)*

هى نظرية تعالج نشأه التضاريس التى تشاهد فوق سطح ← القمر .

نظرية التجمع

accretion theory
hypothèse de l'accrétion *(sf)*
Accretion - Theorie *(sf)*

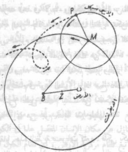
هى نظرية تفسر زيادة كتل النجوم عن طريق تجميعها لمادة ما بين النجوم . فعندما يتحرك نجم بسرعة بسيطه خلال سحابه غير نجوميه كبيرة الكثافة فإن سرعته تأخذ فى الإبطاء ويجذب إليه مادة من تلك السحابه بفعل الجاذبيه . وتبعا لتلك النظرية يمكن أن تعوض النجوم المتقدمه فى العمر الهيدروجين الذى إفتقدته أثناء إنتاجها للطاقه وذلك من مادة ما بين النجوم . وبهذه العمليه فإن النجم يصبو ويظهر أكثر حراره ويتقدم فى نوعه الطيفى . وإذا صح ذلك فإن نجوم النوع الطيفى المتقدم ليست هى أحدث النجوم تكوينا وإنما هى نجوم قديمه تغير طيفها .

تقابل هذه النظرية صعوبات كثيره . فلكى يكون جمع المادة موءثرا لابد أن تكون السرعه النسبيه بين النجم والسحابة صغيرة جدا وأن تكون كثافة السحابة أعلى بكثير عما تدلنا عليه الأرصاد عادة . علاوة على ذلك فإن قوى تعمل ضد قوى الجاذبية ، هى قوى ضغط إشعاع النجم وكذلك ضغط غاز ما بين النجوم ، الذى يكون ساخنا فى المنطقة القريبة من النجم ، نظرا لتأينه . وتبعا لذلك فإن تأثير هذه النظرية فى جمع المادة وتحديث النجوم فعال فقط فى حالات خاصة .

نظرية التدوير (الإبيسكل)

epicycle theory
théorie d'épicycle *(sf)*
Epicycle - Theorie *(sf)*

هى محاولة لتفسير الحركة الظاهرية الموصودة للقمر والكواكب بحركة على إبيسكل . والحركة الظاهرية للكواكب معقدة جدا نتيجة للحركة اليمنة والأخرى التراجعية . إلا أنه يمكن وصف حركات الكواكب بالتقريب بحركات دائرية متداخلة . لهذا الغرض نختار دائرة تسمى **الديفرنت** ، عليها كوكب خيالى متوسط M حركته منتظمة . بينما يدور الكوكب الحقيقى P بإنتظام فى دائرة الإبيسيكل حول الكوكب التصورى . وما ينتج عن هذا من حركة لولبية (فى الشكل ممثلة بنقط) تمثل مجسم إبيسيكلويد.(سُميت هذه المنحنيات قديما إبيسيكل فقط فى بعض الأحيان) . وبالإختيار المناسب للنسبة بين دوائر



حركة نقطة P فى الابيسيكل

الديفرنت والإبيسيكل وكذلك زمن الدوران فى الدوائر نحصل من هذه الفكرة على حركات حلزونية قريبة من المرصودة بالنسبة للأرض الموجودة فى داخل الديفرنت .

للحصول على تطابق بين النظرية ونتائج الأرصد لابد أن يكون زمن الدوران بالنسبة للكواكب الخارجية **M** على الديفرنت مساويا لزمن الدوران النجمى لها ، كذلك لابد أن يكون زمن دوران **P** على الإبيسيكل مساويا لزمن الدورة الإقترانى للكوكب . فإذا إخترنا نصف قطر الديفرنت مساويا للوحدة ، فإن نصف قطر الإبيسيكل يساوى جيب الزاوية التى نراها عند مركز الديفرنت ، والذى يبعد بها الكوكب الحقيقى عن موقعه المتوسط . يمكن أخذ ميل مدار الكوكب فى الإعتبار من خلال ميل مستوى الإبيسيكل بالنسبة للديفرنت .

للتمثيل الأفضل للحركات الظاهرية المصورة يفترض فى نظرية الإبيسيكل جزئيا أن الكوكب التصورى لا يدور بصورة منتظمة على الديفرنت وإنما يتحرك بسرعة زاوية منتظمة بالنسبة لنقطة مركزية فى داخل الديفرنت .

وقد أعطت نظرية الإبيسيكل فروقا كبيرة بين كل من نتائج الحسابات ونتائج الأرصاد بالنسبة لكوكب عطارد ، حيث أن مداره له إهليجية أكبر من الكواكب الأخرى . وبالمثل فإن حركة القمر يتم تمثيلها بصعوبة لدرجة أننا نلجأ إلى أبى إيبيسيكل يتحرك فيه مدار القمر الدائرى الظاهرى حول إيبيسيكل .

إستعمل كل من بطليموس وكوبرنيكوس الإبيسيكل فى نظرياتهم الكوكبية لتفسير الحركات الظاهرية للقمر والكواكب .

نظرية الحالة الثابتة

steady state theory

← الكسمولوجى .

النظرية السديمية

nebular hypothes
hypothése nebulaire *(sf)*
Nebelhypothese *(sf)*

هى نظرية تعالج ← كسموجونى مجموعة الكواكب .

نظرية السقوط

impact theory
hypothése météorique *(sf)*
Einsturztheorie *(sf)*

هى نظرية لتفسير الأشكال السطحية ← للقمر .

نظرية الكون الخاوى

empty univers theory
univers vide *(sm)*
Hohlwelttheorie *(sf)*

هى إحدى التوقعات الكونيه التخريفية التى تقضى بأن يكون الكون فضاءا خاويا محددا بسطح الأرض المقعر . وفى هذه الدائرة الجوفاء توجد جميع الأجسام السماوية .

نظرية الماجما (المواد المنصهرة)

magma theory
théorie de magma *(sf)*
Magmatheorie *(sf)*

هى نظرية تهتم بنشأة التضاريس الموجودة فوق سطح ← القمر .

النظرية النسبية

theory of relativity
théorie de la relativite *(sf)*
Relativitätstheorie *(sf)*

هى نظرية طورها «ألبرت آينشتين» فى بداية القرن العشرين وأدت إلى تغيير قاطع فى عديد من فروع الفيزياء ولها أهمية كبرى أيضا لبعض مجالات الفلك .

أوجد آينشتين عام ١٩٠٥ **نظرية النسبية الخاصة** لايجاد التوافق بين النظرية الفيزيائية وبعض الحقائق التى لم يكن تعليها ممكنا ، وعلى وجه الخصوص إنتشار الضوء فى الأوساط المتحركة . وقد كانت نقطة البداية فى الميكانيكا الكلاسيكية هى مبدأ التكافؤ النسبى ، الذى عممت نظرية النسبية صلاحيته على كل الظواهر الفيزيائية وعلى وجه الخصوص أيضا بالنسبة للكهرومغناطيسية منها .

وتبعا لمبدأ التكافؤ النسبى هذا فإن كل الأنظمة ذى الحركة المنتظمة فيما بينها ، أى التى ليس بينها عجلة نسبية ، هى أنظمة متماثلة فى كل القوانين الفيزيائية . ولا ينطبق ذلك بالنسبة للأنظمة ذات العجلة ، على سبيل المثال أيضا الأنظمة الموجودة فى حالة دوران . من هنا فإنه من الممكن التحقق بطريقة نسبية ، أى بالنسبة للأجسام غير الأرضية ، مما إذا كانت الأرض ذات حركة منتظمة ، ويمكن أيضا التحقق بطريقة مطلقة ، أى بدون الرجوع إلى الأجسام غير الأرضية ، من أن الأرض تدور وذلك على سبيل المثال خلال تجربة البندول التى أجراها الفيزيائى الفرنسى «فوكولت» . ومن النتائج الكثيرة ، المتناقضة أحيانا نذكر هنا بعضها فقط . لابد مثلا من صرف النظر عن الفكرة القديمة لكل من الزمان والمكان . فلا يوجد زمن مطلق صالحا بصفة عامة . والقول بوقوع حادثتين فى نفس الوقت يعتمد على حالة حركة المشاهد . وسرعة الضوء فى الفراغ ثابتة فى جميع الحالات . بذلك فإن الشعاع القادم إلينا من نجم ما يسير بنفس السرعة ، يستوى فى ذلك أن يقترب النجم أو يبتعد عنا . (تتغير فقط ذبذبة ، وبالتالى طول موجة شعاع النجم ، تبعا لظاهرة دوبلر) . وسرعة الضوء فى الفراغ هى أكبر سرعة لنقل الطاقة ، ولا يمكن لجسم أن يصل إلا بالقرب من سرعة الضوء فقط ؛ وإلا زادت كتلة الجسم فوق كل الحدود . والكتلة m ليست ثابتة تبعا لنظرية النسبية ، وإنما تزداد مع السرعة v حسب العلاقه :

$$m = m_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}},$$

حيث m_0 تدل على كتلة الجسم فى حالة الثبات ، سرعة الضوء يناظر كل كتلة طاقة تعطى بالعلاقه : $E = mc^2$. ولمبدأ التكافؤ هذا أهمية كبيرة فى كل الفيزياء .

كذلك أوجد آينشتين عام ١٩١٥ **نظرية النسبية العامة** . وفى هذه النظرية نوقشت بالإضافة إلى نسبية الحركة ، أيضا نسبية العجله . وقد أخذت الجاذبية كذلك فى الإعتبار . وتقتضى النظرية تغييرا أساسيا فى النظرة التقليدية لكل من الزمان والمكان . فوجود مجالات الجاذبية يستلزم تغييرا فى إنحناء الفضاء من مكان إلى آخر . ويمكن لنا أن نتصور مقدار تأثير نظرية النسبية العامة على سبيل المثال فى الكسمولوجى . ومن المؤسف أن هناك صعوبة فى إختبار هذه النظرية من الناحية العملية . لذلك يبدو منطقيا أن نستعين فى هذا الشأن بالأرصاد الفلكية لأننا نتعامل فى الفلك مع أبعاد وكتل كبيرة .

إقترح آينشتين ثلاثة إمكانيات لإثبات صلاحية نظرية النسبية العامة الأولى منها عباره عن دوران خط الأوج والحضيض للكواكب حول الشمس . فتبعا لنظرية النسبية يبلغ هذا الدوران فى مدة قرن فى حالة عطارد ٤٣٫٠٣″ ، وفى حالة الزهرة ٨٫٦″ ، وبالنسبة للأرض ٣٫٨″ أكبر مما ينتظر تبعا للميكانيكا الكلاسيكية . وقد أتت الأرصاد بتطابق جيد مع

ذلك حيث إتضح أن الزيادات هى ٤٣٫١١ً ، ٨٫٤ً ، ٥٫٠ً على التوالى . والطريقة الثانية فى إثبات نظرية النسبية تعتمد على إنحناء الضوء . فتتطلب النظرية أن ينحرف شعاع ضوئى ، يمر عند حافة الشمس ، عن مساره الأصلى بمقدار ١٫٧٥ً . وقد جرى لإختبار ذلك محاولات أثناء الكسوفات الشمسية . إلا أنه لم يمكن حتى الآن الوصول إلى نتيجة قاطعة بسبب صعوبة القياس . وإن كانت نتائج القياس قريبة من القيمة النظرية ، وبالتحديد بين ١٫٧٥ً و٢٫٢ً . والطريقة الثالثة تعتمد على الإزاحة النسبية الحمراء . فالذرات ، الموجودة فى مجالات جاذبية قوية ، تبعث إشعاعا أقل قليلا فى ذبذبته ، أى أطول فى موجته ، عما ينبعث ن الذرات الموجودة فى فضاء خالى من مجالات الجاذبية . يأتى ذلك من أن الكم الضوئى الذى يغادر النجم يبذل شغلا ضد قوة جذبه وبذلك يفقد جزءا من طاقته . والتأثير المتوقع كبير بصفة خاصة فى حالة الأقزام البيضاء ، لأن لها مجالات جاذبية بالغة الكبر بسبب صغر أقطارها . وتتفق نتائج الأرصاد حتى الآن كيفيا وليس كميا مع ما تتطلبه النظرية . وحديثا وجدت دلائل يبدو بواسطتها تفسير بعض المتناقضات الباقية ممكنا . فهناك طريق رابعة تم إقتراحها ونُفّذت حديثا فقط ، تعتمد على تحديد الزمن الذى تستلزمه الاشارات الراديدية فى مجال جاذبية الشمس . فترسل الإشارات الراديوية من الأرض إلى أى من الزهرة أو عطارد عندما يكون بالقرب من الإقتران (← الأطوار) ، ثم يقاس زمن رجوع الإشارة المنعكسة . وفى حدود الدقة المتاحة للأرصاد أمكن حقيقة الوصول إلى ما تتنبأ به النظرية من تأخير فى الزمن .

نظرية النيازك

meteoric theory
hypothese météoritique *(sf)*
Meteoritentheorie *(sf)*

هى إفتراض فى مجال ← كسموجونى مجموعة الكواكب .

النظير

Nadir *(A)*

هو نقطة تقاطع إمتداد العمود المقام على الأفق عند مكان الراصد مع الكرة السماوية التى نعتبرها لا نهائية . والنقطة المضادة تسمى ← السمت .

(وتستعمل الكلمة العربية النظيرة كما هى فى جميع الأوساط الفلكيه) .

نفاذية الغلاف الجوى

transmission of the atmosphere
transmission de l'atmosphére *(sf)*
Durchlässigkeit der Atmosphäre *(sf)*

← الغلاف الجوى الأرض .

نقطتى الإعتدالين

equinox
equinoxe *(pm)*
Aequinox *(pm)*

← الإعتدالين .

نقطتى التحرر

libration points
points de libration *(pm)*
Librationspunkte *(pm)*

← مسألة حركة الثلاث أجسام .

نقطتى التنين

dragon points
points de dragon *(pm)*
Drachenpunkte *(pm)*

هى ← العقد فى مدار القمر .

نقطة الإفلات

point of escape
point d'evasion *(sm)*
Fluchtpunkt *(sm)*

← المستقر و ← الرأس .

نقطة التماس

osculation s epoch
époque osculateurs *(sf)*
Oskulationsepoche *(sf)*

← عناصر التماس .

نقطة الجنوب

south point
point sud *(sm)*
Südpunkt *(sm)*

هى إحدى نقطتى تقاطع خط الزوال مع الأفق ، والنقطة المقابلة هى ← نقطة الشمال .

نقطة الخريف

autumn point
point d'automne *(sm)*
Herbstpunkt *(sm)*

هى النقطة المقابلة ← لنقطة الربيع .

نقطة الربيع

vernal equinox, first point of aires
point vernal *(sm)*
Frühlingspunkt *(sm)*

ويرمزلها بالرمز ♈ هى نقطة تقاطع دائرة البروج مع دائرة الإستواء السماوى ، عندما تعبر الشمس فى الإعتدال الربيعى ، حوالى ٢١ مارس ، فى مدارها الظاهرى دائرة الإستواء السماوى من الجنوب إلى الشمال . ونقطة التقاطع الأخرى هى التى تعبر فيها الشمس فى الإعتدال الخريفى ، حوالى ٢٣ سبتمبر ، فى مدارها الظاهرى الاستواء السماوى فى الإتجاه المضاد وتسمى **بنقطة الخريف (أو نقطة الميزان)** . وتسمى نقطتى الربيع والخريف **بنقطتى الإعتدالين** (← الإعتدالين) . ونقطة الربيع غير ثابتة تماما فى مكانها وذلك بسبب تزحزح دائرة البروج ودائرة الإستواء السماوى بتأثير السبق والكبو . وتتحرك نقطة الربيع بمرور الزمن على طول البروج فى إتجاه مضاد لحركة الشمس السنوية الظاهرية (← السبق) . وفى زمن هيبارخ (أى حوالى عام ١٥٠ قبل الميلاد) كانت نقطة الربيع فى برج الحمل على حافة برج الدلو .

نقطة الشرق

east point
point est *(sm)*
Ostpunkt *(sm)*

هى إحدى نقطتى تقاطع خط الاستواء السماوى مع الأفق الذى يبدأ عندها نجم متحرك فوق خط الإستواء السماوى فى الظهور فى الجزء المرئى من الكرة السماوية أثناء حركته اليومية الظاهرية . تسمى النقطة المضادة ، أى الذى يغرب فيها هذا النجم بنقطة الغرب . وعند تساوى الليل والنهار تشرق الشمس فى نقطة الشرق وتغرب فى نقطة الغرب . عندما ونجم متحرك فوق خط الإستواء السماوى فى الظهور فى الجزء المرئى من الكرة السماوية أثناء حركته اليومية الظاهرية . تسمى النقطة المضادة ، أى الذى يغرب فيها هذا النجم بنقطة الغرب . وعند تساوى الليل والنهار تشرق الشمس فى نقطة الشرق وغرب فى نقطة الغرب .

نقطة الشمال

north point
point nord *(sm)*
Nordpunkt *(sm)*

هى إحدى نقطتى تقاطع دائرة الزوال مع الأفق . وعلى خلاف نقطة الجنوب فإن نقطة الشمال لها مسافة قطبية صغيرة (الشكل ، ← الاحداثيات) .

نقطة القدم

nadir
nadir *(sm)*
Fusspunkt *(sm)*

هى نقطة ← النظير .

نقطة الغرب

west point
point ouest *(sm)*
Westpunkt *(sm)*

هى إحدى نقطتى تقاطع خط الإستواء السماوى مع الأفق . وتسمى النقطة المقابلة ← نقطة الشرق .

نقطة الميزان

first point of libra
point d'automne *(sm)*
Waagepunkt *(sm)*

هى بالضبط نقطة الخريف (← نقطة الربيع) .

نكو

Necho *(A)*

إحدى فوهات سطح القمر وقطرها ٢٠٠ كيلو متر. وقد سميت بإسم فرعون مصرى (٦٠٩ ـ ٥٩٣ قبل الميلاد) كان رائدا فى علم الجغرافيا وقام برحلة علميه أثبت فيها أن إفريقيا محاطه بالمياه من جميع الأنحاء.

النماذج الكونية

world models
modèles mondiales *(pm)*
Weltmodelle *(pn)*

هى عبارة عن نظريات ذات إفتراضات أساسية محددة عن حالة الكون ككل وعن تغيير هذه الحالة ؛ ← الكسمولوجى.

نموذج النجم

star model
modèle d'étoile *(sm)*
Sternmodel *(sn)*

مجموعة من النتائج النظرية لمعلوماتنا عن التركيب الداخلى لنجم ما، ← التركيب الداخلى للنجوم.

نموذج المنبع القشرى

shell source model
modèle à source en couche *(sm)*
Schalenquellenmodel *(sn)*

هو نموذج نجمى يتم فيه إنتاج الطاقة فى قشرة كروية تغلف منطقة إنتهى وقود إحتراقها، (← التركيب الداخلى للنجوم).

النهر أو نهر إريدانى

Eridanus, Eri *(L)*
river Eridanus
Eridan *(sm)*
Fluss Eridanus *(sm)*

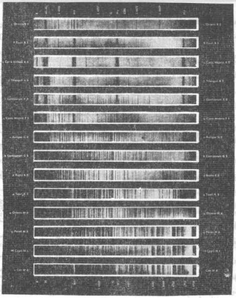
كوكبة طويلة تمتد من الإستواء السماوى فى النصف الجنوبى من الكرة السماوية. وتشاهد هذه الكوكبة فى ليالى الشتاء. وفى هذه الكوكبة يوجد النجم ← آخر النهر.

النوع الطيفى

spectral type
classe spectrale *(sf)*
Spektralklasse *(sf)*

هو أحد الأبعاد التى تميز طيف نجم ما. ويتكون طيف النجم من طيف مستمر فوقه كثير أو قليل من خطوط الإنبعاث والإمتصاص. وتوزيع الطاقة فى الطيف المستمر يعتمد على درجة الحرارة الفعالة ؛ حيث أنه بزيادة در:ة الحرارة الفعالة للنجم فإن قمة الطاقة تنزاح ناحية الأطوال الموجية الأقصر. وتحدد شدة الخطوط الطيفية عدد ذرات العنصر المتسبب فى نشأة الخط الطيفى. إلا أن جميع ذرات هذا العنصر ليست فى وضع يسمح لها بإنتاج الخط الطيفى قيد البحث، لأن الذرات توجد فى مستويات إثارة وتأين مختلفة. والذرات فقط التى على درجة من الاثارة والتأين المقابل للخط الطيفى هى التى تشارك فى إحداثه ؛ مثال ذلك أن الذرات المتعادلة للهيدروجين والموجودة مثارة فى مستوى الطاقة الثانى هى التى تشارك فى إمتصاص خطوط بالمر، لأن هذه الذرات فقط هى التى يمكنها إمتصاص طاقة تناظر ذبذبات خطوط بالمر (← تركيب الذرة ؛ ← الطيف). وعلى ذلك فإن شدة خط طيفى معين تتحدد بكل من عدد ذرات العنصر ودرجتى التأين والاثارة. فإذا علمنا أنه يمكن إفتراض نفس التركيب الكيماوى لأغلفة النجوم ـ وعلى الأقل لما ينتمى منها إلى نفس الجمهرة ـ أى نفس درجة شيوع ذرات العناصر المختلفة، فإنه يتضح أن الشدة النسبية لخط طيفى تكون مقياسا لدرجة التأين أو الاثارة. وكل من درجة التأين والإثارة يعتمد على درجة الحرارة الفعاله والضغط السائد وبالتالى على عجلة الجاذبية فى الغلاف الجوى النجمى. وتزداد كل من درجتى الاثارة والتأين بإرتفاع درجة الحرارة، كما أن درجة التأين تقل بزيادة الضغط.

مما سبق يتضح أن الإختلافات فى الظروف



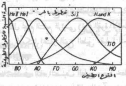
١ تتابع الأنواع الطيفية المختلفة . وقد أدرجت أسماء بعض الخطوط الطيفية وأطوالها الموجة والعناصر التى نشأت منها .

السائدة فى الغلاف الجوى للنجوم تنعكس فى إختلاف أطياف النجوم . وللحصول على نظام للأطياف الكثيرة من النجوم فإننا نقوم بعملية **تصنيف طيفى** أى وصف المظهر الطيفى من خلال نوعه الطيفى . فالنوع الطيفى يعطى صفات الطيف ولكن بدرجة غير أحادية الدلالة تماما (على أساس حقيقة أنه فى مظهر الطيف هناك عاملين مؤثرين ، درجة الحرارة الفعالة وعجلة التثاقل ، وأن كلا العاملين لا يرتبطان مع بعضهما بعلاقة واحدة لكل النجوم) . من هنا فقد إتضحت ضرورة عمل تصنيف طيفى ثنائى ، يعطى فيه بجانب النوع الطيفى لنجم ما ← نوع القوه الإشعاعيه . ولنجوم نفس النوع الطيفى تقريبا نفس درجة الحرارة الفعاله . فدرجة الحراره على سبيل المثال بالنسبه للنجوم العالقه أقل قليلا عما هى عليه لنجوم التتابع الرئيسى ذات نفس النوع الطيفى . وعجلة التثاقل لنفس النوع الطيفى تختلف من نوع قوة إشعاعيه الى آخر .

ولو فحصنا نجوم نوع قوة إشعاعية محدد - على سبيل المثال نجوم التتابع الرئيسى (نوع القوة الإشعاعية V) - لأمكننا إعتبار النوع الطيفى مقياسا لدرجة الحرارة الفعالة .

نلاحظ فى أثناء التصنيف الطيفى وجود خطوط طيفية تتغير شدتها من نوع طيفى إلى آخر بدرجة كبيرة . وفى النوع الطيفى الواحد يمكن تمييز النجوم مختلفة القوة الإشعاعية بوجود خطوط تعتمد شدتها على القوة الإشعاعية .

يتم تمييز كل من الأنواع الطيفيه بأحدى الحروف الآتيه : W ، O ، B ، A ، F ، G ، K ، M وبنفس الترتيب فإن درجة الحرارة الفعليه لنوع ما تقل عن سابقه ؛ فنجوم ـ W لها أعلى درجة حراره بينما نجوم ـ M لها أقل درجة حراره . بجانب هذا التتابع الأساس للنجوم من W حتى M يوجد تتابع جانبى تنتمى إليه نجوم R ، N ، S ونظرا لتغير ضوء النوفا فإنها توضع بمفردها فى النوع الطيفى Q . ولغرض التميز الدقيق والأحسن فقد قسمت الأنواع الطيفيه للتسلسل الرئيس السابق فى نظام عشرى (بإستثناء النوع W) ، على أن يتبع كل نوع طيفى بأحد الأرقام من (صفر) حتى (تسعة) . وعلى ذلك يأتى بعد B9 النوع الطيفى AO . يرتبط هذا الترتيب الخاص للحروف بظروف تاريخيه حيث لم يكن أول تقسيم تم عمله فى مرصد هارفارد (تقسيم هارفارد) تبعا للملامح الفيزيائية وإنما الظاهرية الخارجية فى الطيف . وعندما تدارك الفليكون بعد ذلك الملامح الفيزيائيه أبقوا على نفس التسميه الأولى ، وتم فقط التبديل بين الأنواع الطيفيه المختلفة . وقد إصطلح على أن الأنواع الطيفيه من W حتى A **أنواعا طيفيه متقدمه** بينما الأنواع من F حتى G **أنواعا طيفيه متأخره** ، على أن ذلك لا يعنى أى تطور كسموجونى كما كان يعتقد قبل ذلك .



٢ الشدة النسبية ـ فى الأنواع الطيفية المختلفة للخطوط ـ للخطوط الطيفية من الهليوم المتأين HeII وخطوط بالمر وخطوط السليكون المتعادل SiI وخطى K, H للكالسيوم المتأين مرة واحدة وحزام أكسيد اتيتانيوم Tio وقد أتخذت الشده العظمى لكل الخطوط متساوية .

وتتميز الأنواع الطيفية من كل من التسلسل الأساس والفرعى بالملامح الآتيه :

W: تدل على أحزمة إنبعاث عريضة . لعناصر منها الهيدروجين والهليوم المتأين والمتعادل ، فوق طيف مستمر قوى ؛ نجوم وولف رايت .

O: تدل على خطوط إمتصاص الهليوم المتأين وعلى طيف إستمرار شديد فى منطقة الموجات القصيرة .

Bo - B4: خطوط إمتصاص الهليوم المتعادل ، علاوة على مثيلها للهيدروجين (H_β ، H_α ، H_δ ، ... الخ) ، وكذلك الأكسجين أحادى التأين .

B5 - B9: خطوط هليوم ضعيفة ، وخطوط بالمر قوية

Ao- A4 تسود خطوط بالمر وتوجد بعض خطوط المعادن المتأينه .

A5 - A9 تقل قليلا شدة خطوط بالمر بينما تزداد شدة خطى الكالسيوم أحادى التأين H ، K وكذلك خطوط المعادن الأخرى .

Fo - F4: تزداد شدة خطوط H ، K أكثر ، بينما تضعف خطوط بالمر أكثر ، وفى نفس الوقت تظهر أحزمة ـ G متراحمة فى خطوط كل من الحديد والتيتيانيوم والكالسيوم بجانب بعضها .

F5 - F9: خطوط H ، K هى أشد الخطوط وتزداد شدة أحزمة ـ .

Go- G4: لا تزال خطوط H ، K أشد الخطوط ، وبجانب ذلك يوجد العديد من خطوط المعادن ، كما لا يزال من

الممكن التعرف على خطوط بالمر . (طيف الشمس من النوع G2) .

G5 - G9: خطوط الحديد أقوى من خطوط بالمر .

K0 - K4: إختفى تقريبا الطيف المستمر على الجانب قصير الموجه من الكالسيوم المتأين K ، بينما حزام ـ G أكثر الخطوط شيوعا .

K5 - K9: فى مظهرها مثل K_4 ـ K_0 مع زيادة شدة أحزمة أكسيد التيتانيوم .

M: الملامح الرئيسيه هى أحزمة أكسيد التيتانيوم ، وتحلل أحزمة ـ G إلى خطوط منفصلة .

R: ظهور أحزمة السيانيد ومثيلاتها من أول أكسيد الكربون .

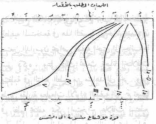
N: مشابة فى الطيف للنوع R ولا يوجد طيف مستمر على ناحية الموجات الأقصر من ٤٠٠٠ أنجستروم تقريبا . ومن هنا يبدو النجم مائلا إلى الاحمرار .

S: الطيف مشابه لنجوم M ، N وتظهر أحزمة من أكسيد الزركونيوم .

وتسمى مجموعتى نجوم كل من R ، N بسبب ما يوجد بها من خطوط مركبات الكربون **بنجوم الكربون** .

وفى الشكل نرى تغيير بعض الخطوط الطيفيه من نوع طيفى إلى آخر . وكقاعدة عامه تزداد عدد الذارات المتأينه المشتركه فى إنتاج الخط الطيفى بزيادة درجة الحرارة كما يزداد عدد الجزئيات كلما قلت درجة الحرارة .

فى أثناء تنظيم طيف النجوم فى الأنواع الطيفية فإننا نتدارك الخصائص التى تظهر كثيرا فى الطيف وذلك بإضافة حروف صغيره إلى الحروف الكبيرة والأرقام التى تعطى النوع الطيفى ؛ فى الأنواع الطيفيه



رسم تخطيطى لتوضيح وضع أنواع قوة الاشعاع فى شكل هرتز سبرنج رسل .

المتقدمة تعنى n بعد النوع الطيفى أن الخطوط الطيفيه ضحله ، وتعنى s أن الخوط حادة ، مثال ذلك Aos ، B6s . كما تعنى c قبل النوع الطيفى أن الخطوط الطيفيه حادة بصفة خاصه وتدل أيضا على قوة إشعاعيه كبيرة للنجوم ، مثل cG1 . وإذا ما عبر الطيف عن نجم عملاق أو قزم فإنه يوضع قبل النوع الطيفى أحد الحرفين g أو d على التوالى ومثال ذلك الشمس dG2 . وفى حالة الأقزام البيضاء تستعمل D بدلا من d مثل DA . ونعبر عما يظهر من خطوط إنبعاث بالحرف e بعد النوع الطيفى مثل A3e . وما يظهر فى الطيف من خطوط الكالسيوم البين نجيه يرمز له بالحرف k مثل B2k ، ويدل الحرف m مع النوع الطيفى A على أن الخطوط المعدنيه حادة بصورة خاصة مثل Am . أما إذا ظهرت فى الطيف ملامح خاصة لم تذكر حتى الآن فإنه يرمز لها الحرف p بعد النوع الطيفى مثل B5p ، وتسمى هذه النجوم إيضا بالنجوم الشاذه .

تعبر الإختلافات الطيفيه التى تمثلها الحروف c ، g ، d ، التى تتميز الإشعاعيه للنجوم عن المراحل الأولى فى التقسيم الحديث للطيف ، إلى ← نوع قوة الإشعاع .

يخضع التقسيم الطيفى إلى الإختيار الحر للخطوط الطيفيه المستخدمة فى هذا التقسيم . وأحيانا يحدث أن يستعين الدارسون بخواص طيفيه أخرى إلى جانب ما سبق ذكره ، وعلى ذلك تحدث أحيانا إختلافات منتظمة فى التتابع الطيفى من مشاهد إلى آخر . وعن طريق مقارنة معلومات الأنواع الطيفيه التى تم تعيينها فى نظم مختلفه يمكن إستخراج علاقات نستطيع بواسطتها حساب أنواع طيفيه فى نظام ما بمعلومها فى نظام آخر . وقد تطورت أيضا تقسيمات طيفيه أتخذت أساسالها على سبيل المثال نسبة شدة الإشعاع النجمى من عدد من مناطق الأطوال الموجيه القريبه أو البعيدة عن بعضها . إلا أن هذه الطريقة لم تحظى حتى الآن على الأقل ـ بأهمية مثل تقسيم هارفارد وتقسيم MK (← نوع قوة الإشعاع) .

تستخدم فى التصنيف الطيفى عموما صورا ملتقطه بواسطة العدسة المنشوريه . ويمكن الحصول على هذه الصور للنجوم حتى القدر ١٤ . ومن المستحب بالنسبه للإحصاءات النجميه الحصول على أطياف نجوم أخفت من ذلك ولو بقدر واحد . لكنه بما لمطياف العدسة المنشوريه من قوة تفريق فإن النجوم الأعلى من القدر ١٤ خافتة بدرجة لا تسمح باستنتاج شئ من طيفها . (التفريق عبارة عن مقياس للطول على اللوح الفوتوغرافى الذى يمتد فوقه الطيف ، ← المطياف) . علاوة على ذلك فإنه يحدث أن تختفى أجزاء من طيف النجوم بفعل أطياف نجوم أخرى وذلك بسبب عدد النجوم الكبير . من هنا فإننا نضطر إلى إجراء التقسيم الطيفى بتفريق أصغر ، لدرجة أن طول طيف النجم يصل فقط إلى ٠٫١ مم ، إلا أنه مفيد لأغراض الإحصاء النجمى . أما إذا إستعلمنا على النقيض من ذلك مثلا مطيافات شرخيه فإننا نحصل على أطياف بها كثير من التفاصيل . فى هذه الحالة يحدث التقسيم الطيفى تبعا لوصف دقيق لطيف النجم ، حيث أن كل نجم له مميزات طيفيه خاصه . ويأتى التسلسل الأساس فى الأنواع الطيفيه من أن حوالى ٩٩ ٪ من النجوم تنتمى إلى الأنواع الطيفيه من B حتى M بينما غالبية النجوم الباقيه من النوعين W ، O . ومن بين النجوم حتى القدر الظاهرى ٥٫١١ التى تم تقسيمها طيفيا نجد أن حوالى ٥٠٠ نجما من النوع الطيفى N وحوالى ٣٠٠ من النوع R .

والأنواع الطيفيه لعدد كبير من النجوم مدرج فى المصنفات الطيفيه مثل مصنف هنرى درابر الذى يحتوى على النوع الطيفى لحوالى ٢٣٥٠٠٠ نجم حتى القدر الظاهرى ٩٫٥ (← مصنف نجومى) . وهذه النجوم موزعه بحيث تمثل نجوم ـ B منها ٣ ٪ ونجوم ـ A منها ٢٧ ٪ ، ونجوم ـ F حوالى ١٠ ٪ ونجوم ـ G Q حوالى ١٦ ٪ ونجوم ـ K حوالى ٣٧ ٪ ونجوم M حوالى ٧ ٪ .

ويلاحظ أن هذا فقط توزيع ظاهرى للنجوم على الأنواع الطيفيه المختلفه . أما التوزيع الحقيقى لهذه النجوم فقد كان من الممكن الحصول عليه لو أن هذه النجوم كلها تتبع منطقه فى الفضاء بذاتها . وليس هذا هو الحال لأنه بجانب النجوم منخفضة القوة الاشعاعيه ، الموجوده قريبا جدا من الشمس ، نجد أيضا نجوما لها قوى إشعاعيه كبيرة وتبعد كثيرا عن الشمس . يعتبر تعيين الشيوع الحقيقى أحد واجبات الاحصاء النجمى (← دالة قوة الأشعاع) .

نوع قوة الاشعاع

luminosity class
classe de luminosité *(sf)*
Leuchtkraftklasse *(sf)*

هو بعد يُميز بمعونة النوع الطيفى قوة إشعاع النجم . وقد إتضح أن إعطاء النوع الطيفى لنجم ما لا يكفى لأغراض كثيرة . ولهذا تم إدخال نوع قوة الإشعاع كمتغير آخر . ونوع قوة الإشعاع يعطى مع النوع الطيفى فى أى منطقة تقع قوة إشعاع النجم . وهناك ستة أنواع من قوة الإشعاع يرمز لها بالأعداد الرومانية I = فوق العالقة ، II = العالقة اللامعة ، III = العالقة العادية ، IV = تحت

العمالقة ، V= الأقزام ، أى نجوم التتابع الرئيسى ،VI= تحت الأقزام . وكل نوع من أنواع قوة الإشعاع يتم تقسيمة حسب تناقص قوة الإشعاع إلى a ، ab ، b . وغالبا ما تستخدم أنواع إنتقاليه مثل Ib-II . وفى النوع يرمز لفوق العمالقه اللامعه (فوق فوق العمالقة) بالرمز IaO . ويمكن تحديد نوع قوة الإشعاع حسب معيار قوة الإشعاع من لطيف (← قوة الإشعاع) . إن تركيب غلاف نجم ما وبالتالى مظهر طيف النجم يتحدد ، مع تركيب كيماوى معين ، تبعا لدرجة الحراره الفعاله وعجلة التثاقل . وبصوره غير دقيقة فإن النوع الطيفى هو مقياس لدرجة الحراره الفعاله ونوع قوة الإشعاع مع ثبات النوع الطيفى هو مقياس لعجلة التثاقل .

تم دراسة أنواع قوة الإشعاع بإنتظام بواسطة كل من «مورجان» و«كينن» و«كلمان» . وفى مصنف لأطياف النجوم أعطى هؤلاء أطياف قياسية عليها الخطوط التى تستعمل فى تقسيم قوة الإشعاع . بالإضافة إلى ذلك يوجد بالمصنف إعتبارات دقيقة لتقسيم النجوم فى تتابع الأنواع الطيفيه . لذلك فإن ما أعطاه «مورجان» و«كينن» و«كلمان» من تقسيم لأطياف النجوم يتميز بأنه ثنائى البعد أو ثنائى القيمة حيث أستخدم فيه كل من النوع الطيفى ونوع قوة الإشعاع . وهذا التقسيم يعرف بالحروف الأولى لكل من العلماء المذكورين أى **بنظام MKK** .وفى الطبعة المنقحه تبعا لكل من مورجن وكينن **بنظام MK** . والإختلافات بين النظامين بسيطة . وفى نظام **MKK** تأخذ الشمس ، على سبيل المثال ، الرمز G2v ؛ حيث G2 النوع الطيفى ، V نوع قوة الإشعاع ؛ ونجم الشعرى الشاميه F5Iv ، والسماك الرامح K1 III ، ونجم القطبية F8 Ib .

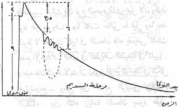
ولابد من معايرة قوة الإشعاع بنجوم تم تحديد قوة إشعاعها بواسطة أرصاد منفصلة ويعطى الشكل توزيع نجوم قوة إشعاعية معينه مع النوع الطيفى الذى يوضح بالتقريب . وضع نوع قوة الإشعاع فى شكل هرتزسبرنج ـ رسل .

وهناك طريقة أخرى لتقسيم النجوم تستخدم فيها قيمة وضع قفزة بالمر ، أى التغير المفاجىء فى شدة الطيف المستمر عند طول موجى حوالى ٣٦٠٠ أنجشتروم . وتمتاز هذه الطريقة بإمكانية قياسها مباشرة وسهولة فهمها نظريا . إنظر أيضا ← قوة الإشعاع .

النوفا

nova
nova *(sf)*
Nova *(sf)*

نجم متغير يحدث له تغير فجائى فى اللمعان من القدر السابع حتى القدر العاشر ، وهو ما يقابل زيادة فى شدة الضوء تصل من ١٠٠٠ إلى مليون مره . (تدل كلمة النوفا على الجديد . والرمز لهذا النوع بالنجم الجديد خاطىء ، إذ لا يعنى به فى الحقيقة نجم جديد النشأة) . يزداد اللمعان فى النوفا من حالة ما قبل النوفا ، **البرى نوفا** ، فى بضع ساعات إلى أعلى قيمة . ويحدث فى كثير من الأحيان أن يجتاز النجم قدرا أو إثنين من لمعانه قبل النهاية القصوى ببطىء فجائى . ويمر الجزء الأول فى النزول على المنحنى الضوئى بعد الوصول إلى القمة منتظما فى الغالب ثم يتبع ذلك حالة من الترنحات الكثيرة أو القليله فى اللمعان . وبين الحين والآخر يحدث إنخفاض فى اللمعان مثل ما هو الحال فى نجم نوفا الجاثى ١٩٣٤ . والجزء الأخير من الهبوط إلى اللمعان العادى يأخذ



رسم تخطيطى لمنحنى النوفا الضوئى .

شكلا منتظما . تنقسم النوفا حسب سرعة هبوط لمعانها إلى ثلاث مجموعات :

١ ـ فى حالة السوبر نوفا السريعة جدا يتبع الارتفاع السريع فى اللمعان دائما هبوط سريع . وفى خلال ١٠٠ يوم من القمة يكون اللمعان قد إنخفض أكثر من ثلاثة أقدار .

٢ ـ وفى حالة النوفا البطيئه يستغرق هبوط ثلاثة أقدار بعد النهاية القصوى أطول من ١٠٠ يوم ، وإن كان ذلك لايأخذ فى الاعتبار الإنخفاضات العميقة فى المنحنى الضوئى .

٣ ـ والنوفا البطيئة جدا يمكن أن تظل عددا من السنين فى القمة ثم تهبط ببطىء شديد .

ويصل النوفا بعد بضع سنين فى المجموعة السريعة جدا ، وبعد بضع عشرات السنين فى حالة المجموعة البطيئة جدا إلى حالته العاديه النهائية ، حالة ما بعد النوفا ، **البوست نوفا** ، بنفس اللمعان تقريبا قبل الإنفجار ، لكن النجم يظل حيويا بما يوجد فيه من تغيير ضوئى طفيف .

فى أثناء الإنفجار يتغير الطيف بدرجة ملحوظة، ومن الطيف والتغيير الحادث فيه يمكن إستنتاج الظروف الطبيعية التى تسود فى الأجزاء الخارجية من النجم وقت الإنفجار . وعلى الرغم من وجود إختلافات فى خواص النوفا ، إلا أنه يمكن إيجاز خصائص عامه لها . فبالنسبة لحالة قبل النوفا فإننا لم نتمكن من أخذ أطياف إلا لنجم واحد هو **V 603** ـ العقاب . لذلك فإن نوع النجوم الذى يميل لأن يكون نوفا غير معروف . ولما كانت حالتى ما قبل وما بعد النوفا لا تختلفان كثيرا فى اللمعان فإنه يفترض كذلك عدم الإختلاف الكبير فى الظروف الطبيعية فى كليهما . وعليه فإن النوفا لابد أن تكون أقزام تتواجد فى شكل هرتزسبرنج ـ رسل بين التتابع الرئيسى والأقزام البيضاء . وفى أثناء زيادة اللمعان يسود طيف الإمتصاص ، إلا أنه تظهر أيضا خطوط إنبعاث ، وتبلغ درجة الحراره من ٧٠٠ إلى ١٥٠٠ درجة ، ولنجوم النوفا السريعة أعلى درجة حراره . وفى أعلى نقطة من اللمعان تتضاعف أو تتعدد خطوط الإمتصاص وتزداد خطوط الإنبعاث فى الشدة وتصبح درجة الحراره ، الناتجة من طيف الامتصاص أقل قليلا مما كانت عليه قبل القمة . أما فى أثناء هبوط اللمعان فتشتد الخطوط العديدة وتزداد شدة خطوط الإنبعاث بالنسبة للطيف المستمر . وإذا ما حدثت ترنحات فى اللمعان فإن درجة الحراره تصبح فى النهاية الصغرى النسبية أعلى مما يجاورها من قمم . وفى أثناء ذلك تظهر على وجه الخصوص بعد الترنحات فى اللمعان خطوط ممنوعة تغطى كل تفاصيل الطيف ، وتختفى فقط بعد الوصول إلى حالة ما بعد النوفا عندما يصل اللمعان إلى ما كان عليه قبل الإنفجار . بعد ذلك يصير الطيف من نوع متقدم جدا ، وبالتقريب **O** أو **B** .

يتم إستنتاج ظروف الحركة السائدة فى جو النوفا على أساس ظاهرة دوبلر من الإزاحات فى الخطوط الطيفية . وقد إتضح من ذلك أن أجزاء النجم الخارجية تتمدد أثناء زيادة اللمعان . وعند النهاية القصوى نفسها تصل سرعة التمدد من ١٠٠ إلى ٢٥٠٠ كم/ث فى المجموعة السريعة ومن ٦٠٠ إلى ٧٠٠ كم/ث فى النوع البطىء . كما يدل إنقسام خطوط الإنبعاث والإمتصاص الطيفية على عدم وجود سرعة موحدة فى الغلاف الجوى للنجم . ومن المحتمل أن يكون أحد أو عديد من القشور الغازية الكرويه قد تكون حول النجم ينطبع خطوطه بواسطة ما تحدثه من إمتصاص خطوط فى طيف الطبقات الأعمق . وتتمدد هذه القشور الغازية بسرعه عاليه وتظل فى زياده حتى بلوغ أقصى لمعان وقد تأخذ سرعات حتى ٤٠٠٠ كم/ث . وهناك إحتمال أن لاتكون مجموعات خطوط الإمتصاص التى تظهر بجانب الطيف الرئيسى ناشئة فى القشور الغازية المحيطة بالنجم وإنما فى إنفجارات محليه داخل النجم . وفى

هذه الحاله فإن هذه السحب الماديه لابد أن تصطدم بسرعات عاليه مع الفوتوسفير الذى يصنع الطيف الرئيسى . وسواء كان السبب قشور خارجيه أم سحب ماديه فإن السمك يقل بالتمدد لأن الماده القادمه تقل . ولذلك تأخذ خطوط الإمتصاص الناشئه منها فى الخفوت تدريجيا حتى تطغى الخطوط الممنوعه على كل تفاصيل الطيف . ويتضح من ظهور الخطوط الممنوعه أن النجم محاط بطبقه مخففه جدا من الماده يقل سمكها أكثر مع التطور . وتنتهى هذه **المرحله السديميه** للنجم بعد أن تصبح الماده رقيقه جدا لدرجه يصعب معها الأحساس بها طيفيا . وبذلك تكون قد وصلنا الى مرحلة ما بعد النوفا .

يتضح من التقديرات أن النجم يفقد أثناء الانفجار حوالى ٠٫٠٠١ قدر كتله الشمس فى المتوسط . وما يبعث به النجم من طاقة أثناء ذلك يوازى ما ينطلق من الشمس فى ٢٠٠٠ سنه .

أن الأسباب الفيزيائيه وراء إنفجار النوفا غير معروفة بدرجة مؤكدة . وتبعا لنظرية «شاتزمان» فإنه تنشأ منطقة عدم إستقرار فى مرحلة قبل النوفا . وفى هذه المنطقة تنطلق موجات إصطدامية نتيجة للتفاعلات النووية المفاجئة ، خصوصا تفاعلات الهيليوم . وتسرع الموجات فى كل النجم وتسبب تمدده .

يبلغ النوع الطيفى للنجم قبل مرحلة النوفا إما O ، أو B ، أى ما يناظر درجة حراره من ٢٠٠٠٠ الى ٤٠٠٠٠ درجة . ويبلغ اللمعان الحقيقى فى المتوسط ٤٫٥ قدرا ، والقطر حوالى ٠٫٣ مثل الشمس ، والكتلة من ٠٫٢ إلى ٢٫٥ مرة قدر كتلة الشمس (كل القيم غير مؤكدة) . ويبلغ اللمعان الحقيقى فى أقصاه فى النوفا السريعة جدا ــ ٨٫٣ قدرا وفى السريعة ــ ٧٫٨ قدرا ، أما فى البطيئه ــ ٦٫٣ قدرا . ويصل أقصى نصف قطر حوالى ١٠٠ مره مثل نصف قطر الشمس . تنتمى نجوم النوفا فى الغالب إلى جمهره القرص . فهى تكثر فى سكة التبانة حول مركز المجره . كما اكتشفت نوفا فى كل من حشدين كرويين ينتميان إلى الجمهره الثانيه المتطرفه . ويبلغ العدد الكلى الذى ينفجر فى سكه التبانه سنويا حوالى ٥٠ نجما يُرى منها جزء بسيط فقط ؛ أما الجزء الباقى فيختفى خلف سحب قاتمه من ماده مابين النجوم . ويقدر ماتم إكتشافه من نوفا فى سكه التبانه حتى الآن بأكثر من ١٥٠ نجما .

وفى العديد من المجموعات النجومية الخارجية اكتشفت كذلك نوفا . ففى سديم المرأه المسلسله تم حتى الآن رصد حوالى ١٣٠ نجما وفى سحابة مجلان الكبرى ٦ نجوم وفى الصغرى ٤ نجوم جديدة .

بجانب النوفا ذات الإنفجار الواحد تم رصد بعض منها يحدث فيها إنفجار ثان بعد بضع عشرات السنين وربما حدث كذلك إنفجار ثالث ، تسمى هذه النجوم عديده التجدد ومنها ٦ معروفه حتى الآن . وفى هذه النجوم عديدة التجدد نجد أن التغير فى اللمعان الذى يبلغ حوالى ٨ أقدار وكمية الطاقة المنبعثه وكذلك مايتم القذف به من كتله فى كل إنفجار كل بذاته أصغر بكثير عما فى حالة النوفا العاديه . وفى بعض الأحيان يسود الإعتقاد بأن كل النجوم الجديده متكرره الإنفجار ؛ ويفصل بين كل إنفجار والآخر زمن طويل لدرجة لم يتكرر الانفجار حتى الآن .

وتمثل أفراد المزدوجات المتلاصقه سلسله من نجوم النوفا عديده الإنفجارات . وقد أدى ذلك إلى الإفتراض بأن كل النجوم الجديده تنتمى إلى المزدوجات .

ولنجم ← السوبر نوفا تغيير فى اللمعان أشد عما عليه نجم النوفا .

نوفولا
Novula

هى ← نوفا متكرره .

النيبليوم
Nebelium
هو ← غاز مابين النجوم .

نير الإكليل الشمالى
Alpecca *(A)*
هو إسم نادر من ← نير الفكه (α الإكليل الشمالى) .

نير التوأمين
Castor
هو النجم ← كاستور .

نير الثريا
Alcyone
هو ألمع نجم فى حشد ← الثريا .

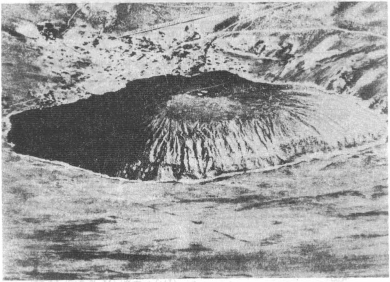
نير السلياق
Wega *(A)*
هو ← النسر الواقع .

نير الفكه
Gemma
هو ألمع نجم (α) فى كوكبه الإكليل الشمالى ، **نير الإكليل الشمالى** ، ولمعانه الظاهرى البصرى ٢٫٢٢ قدرا ونوعه الطيفى Ao ونوع قوته الاشعاعيه III ، ويبعد عنا بحوالى ٢٢ بارسك أى ٧٢ سنه ضوئيه .

النيزك
meteorite
météorite *(sf)*
Meteorit *(sm)*
هو جسم صغير يسقط من الخارج فى جو الأرض فيتبخر كلية أو جزئيا متسببا بذلك فى حدوث شهاب ؛ وفى المعنى الدقيق هو البقايا التى تصل إلى الأرض من هذا الجسم . أما فى المعنى الأكثر شمولا فهو كل الأجسام الصغيرة فى المجموعة الشمسية وتسبب شهبا عندما تقابل الأرض . وهناك مسألة يجرى مناقشتها منذ وقت بعيد وتم الإجابة عليها بإختلافات كبيرة وهى ما إذا كانت النيازك مصدرها المجموعة الشمسية أم أنها آتية من الفراغ بين النجوم . والفصل فى ذلك يمكن أن يأتى فقط من الأرصاد الدقيقة لمدارات النيازك (← شهاب) . وقد إتضح من الأبحاث الحديثة بدلالة قاطعة أن الجزء الأعظم من النيازك كان قبل سقوطة فى جو الأرض يتحرك حركة يمينيه فى مدار على شكل قطع ناقص يميل بدرجة قليله فى الغالب على دائرة البروج ؛ أى أن النيازك من أعضاء المجموعة الشمسيه . ويحتمل أن يكون العدد الأكبر منها ناشئا من المذنبات ، كما أن عددا كبيرا منها يمكن أن يكون ناتج تحطيم كويكبات .

تختلف أحجام المذنبات إختلافا كبيرا . فالأجسام التى يقل قطرها عن ٠٫١ مم لا تتسبب فى ظواهر شهب محسوسه ؛ وتسمى هذه **بالنيازك الميكرومترية** ومن المحتمل فرملة هذه النيازك على إرتفاعات كبيرة وتتسبب أثناء غوصها فى حدوث ← السحابه الليليه المضيئة وكذلك ← الشريط المضيء . كما يفترض أن ما وجد فى طمى أعماق البحار من كريات هى عبارة عن نيازك دقيقة . أما النيازك من قطر ٠٫١ مم إلى بضع سنتيمترات فتحدث شهبا تلسكوبية وفتائل نجوميه ، بينما الأكبر حجما ينتج عنه الكرات الناريه .

تبطىء النيازك التى تنتج عنها كرات ناريه من حركتها إبتداءا من إرتفاع ١٠ إلى ٥٠ كم فوق سطح الأرض وتسقط أجزاؤها التى لم تتجز بعد بسرعة السقوط الحر إلى الأرض . وسقوط نيزك كبير كهذا نادر جدا ، إلا أنه يتيح فرصه نادره جدا لدراسة عينه من مادة غير أرضيه فى المعامل . وغالبا ما يكون عمق الحفره ، فى سطح الأرض الناتجة عن الاصطدام أقل من ١ م . إلا أنه وجدت أيضا فجوات أعمق من ذلك ، تشبه فجوات سطح القمر ، ويرجح أن يكون سببها سقوط نيازك هائلة . وأكبر أكبر فجوة (كانون ديابلو) موجوده فى صحراء الأريزونا . وقد نشأت قبل التاريخ ويبلغ قطرها ١٢٦٠ م وعمقها ١٧٥ م . وفى ٣٠ يونيو ١٨٠٨ سقط فى المنطقة الحجرية تونجو



فوهة كانون ديابلو فى صحراء الاريزونا .

شكا بسيبريا نيزك كبير جدا ، أحس بزلازله وموجة ضغط هواءه السكان حتى وسط أوربا . وبعد عشر سنوات شوهدت الغابات وقد تحولت إلى صحراء فى دائرة نصف قطرها حوالى ٤٠ كم ، كما تم إكتشاف فجوات حتى قطر ٥٠ م ، لكنه لم تكتشف قطع نيزكيه كبيره . يحدث كثيرا أن تنفجر النيازك فى الغلاف الجوى الأرضى ، ثم تتبعثر البقايا بعد ذلك على مناطق كبيره . وهذا هو ما حدث عام ١٩٢٠ على سبيل المثال أثناء سقوط عند «هوفسروك» بجوار «سمرن» ، التى أكتشف فيها ٧ أجزاء صغيره فى منطقة بطول ١٩كم وعرض ٣كم . وغالبا ما تكتشف نيازك لم يشاهد سقوطها أو يكون سقوطه قبل ذلك بزمن طويل . وإلى هذه الطائفة ينتمى أكبر نيزك عرف حتى الآن ، وهذا عبارة عن قطعة حديدية تم إكتشافها بالقرب من «جروت فونتاين» بجنوب أفريقيا ويبلغ وزنها ٦٠٠٠٠ كجم . والنيازك الصغيرة أكثر شيوعا من الكبيرة ويرى ذلك فى الجدول التالى التى أعطيت فيه بجانب الأحجام التقريبية كذلك الكتله الكلية التى تصل إلى الأرض :

وإذا وزعت هذه الكتله بالتساوى على سطح الكره الأرضيه فإنه ينتج عن ذلك زيادة فى الوزن سنويا حوالى من ٧ر. إلى ٧ كجم/ كم^2 .

التركيب الكيماوى :ـ يتضح وجود قشره إنصهار رقيقه على سطح ما يصل إلى الأرض من نيازك وهناك مجموعات رئيسية عديدة من النيازك تختلف فى

	القطر (مم)	الكتلة	الكتلة الكلية كل يوم (بالطن)
الكرات الناريه ، بقايا النيازك	أكبر من ١٠	أكبر من ٢جم	١
الفتائل النجميه حتى القدرالسادس	١ إلى ١٠	٢مجم إلى ٢جم	٥
الشهب التلسكوبيه	١ر٠ إلى ١	٠٠٢ر٠مجم إلى٢ مجم	٢٠
الشهب الميكرومتريه	أقل من ١ر٠	أقل من ٠٠٢ر٠مجم	١٠٠٠ إلى ١٠٠٠٠

تركيبها الكيماوى. **فالنيازك الحديديه** تحتوى فى المتوسط ٩١٪ حديد ، ٨٪ نيكل ، ٦ر٪ كوبالت ؛ وكل العناصر الأخرى موجودة بدرجة قليله . ويرى على معظم النيازك الحديدية أشكال مميزه تعرف بأشكال «فيدمان شتيتن» ولا تظهر فى السبائك الأرضيه ؛ وهى راجعه إلى الطريقة الخاصة للتبلور . وهناك **النيازك الحجرية** وتنقسم حسب تكونها إلى **كوندريت وأكوندريت**. وتتميز الكوندريت بما فيها من كريات (كوندورن) صغيره محبوسة تتراوح أقطارها من ٠١ر٠ مم إلى بضع ملميترات . وفى حالة الأكوندريت تختفى تلك الحبيبات . وتحتوى النيازك الحجرية فى المتوسط على ٤٢٪ أكسجين ، ٦ر٢٠٪ سيليكون ، ٨ر١٥٪ مغنسيوم ، ٦ر١٥٪ حديد . ونسبة العناصر الأخرى تقل عن ٢٪ لكل منها . والتركيب الكيماوى شبيه جدا بقشرة سطح الأرض (← شيوع العناصر) . وهناك المجموعة الإنتقالية من **نيازك الحديد الحجرية** التى يتواجد فيها ما يشبه نقطا من الحجر حبيسهة فى الحديد أو العكس . **والمجموعة الأخيرة هى النيازك الزجاجية (← التك تيت) وتطلق على الأجسام الملونه من الأخضر الغامق حتى الأسود وذات التركيب الزجاجى . ويحتمل أن تكون تلك المادة أرضية أى ناشئه على الأرض أثناء** إضطدام نيزك هائل بسطح الأرض . وأكثر هذه المجموعات شيوعا هى النيازك الحجرية . فى إحصائيات النيازك نجد النيازك الحجرية بنسبة ٥ر٩٣٪ والنيازك الحديديه بنسبة ٥٪ والنيازك الحديديه الحجريه بنسبة ٥ر١٪ ولما كانت النيازك الحجرية تتأثر بدرجة أكبر من النيازك الحديدية بعوامل التعريه فإن الشيوع يزداد لصالح الأخيره ، إذا أخذنا فى الإعتبار فقط ما تم إكتشافه من بقايا النيازك ، حيث نجد الحديديه بنسبة ٦٦٪ والحجريه بنسبة ٥ر٢٦٪ والبينيه بنسبه ٥ر٧٪ .

ومن الممكن تحديد عمر النيازك على أساس ما يوجد بها من مواد مشعه (← تحديد الأعمار) . وتبعا لذلك فقد أستنتجت للنيازك الحجرية أعمارا من ١ إلى ٤ بليون سنة ، وللنيازك الحديديه حتى ٦ بليون سنة ؛ على أنه يجب أن يفهم تحت العمر هنا الوقت المنقضى منذ أن تماسك النيزك . وعن نظرية النيازك ، ← كسموجونى .

نيزك حجرى

stony meteorite
météorite pierreuse *(sf)*
Steinneteorit *(sm)*

← نيزك تركيبه الكيماوى مشابه للتركيب المتوسط لصخور قشرة الأرض .

نيزك حجرى حبيى أو كوندوريت

chondorite
chondorite *(sf)*
Chondorit *(sm)*

هو نيزك حجرى يتميز بكرات محصورة ؛ ← نيزك .

نيزك حديدى

iron - meteorite
météorite ferreuse *(sf)*
Eisenmeteorit *(sm)*

هو ← نيزك لا ينتج عنه شهاب وتبلغ نسبة الحديد فيه ٩٠٪ .

نيزك دقيق

micrometeorite
micrométéorite *(sf)*
Mikrometeorit *(sm)*

هو ← نيزك لا ينتج عنه شهاب ملحوظ .

نيزك زجاجي

Glasmeteorite
glasmeteorite *(sf)*
Glasmeteorit *(sm)*

← تكتيت .

النيوترون

Neutron
neutron *(sm)*
Neutron *(sn)*

هو أحد الجسيمات الأوليه . والنيوترونات لبنات بناء كل نوى الذرات ؛ ← تركيب الذره . وعلى خلاف البروتون فإن النيوترون ليس له شحنه كهربائيه . وكتلة النيوترون أكبر من كتلة البروتون بحوالي ٢٫٥ مره قدر كتلة الإليكترون ؛ ويمكن أن يتحول النيوترون إلى بروتون مع إنبعاث إليكترون ونيوترنيو . توجد النيوترونات الطليقه على سبيل المثال في الأشعه الكونيه حيث تنشأ كنتيجة للتحطم النووي .

النيوترنيو

neutrino
neutrino *(sm)*
Neutrino *(sn)*

هو أحد الأجسام الأوليه . وتنشأ النيترونيو على سبيل المثال أثناء تفكك بيتا لنويات الذرات غير المستقره ، الذي يتحول فيه بروتون إلى نيوترون وينتج بوزوترون مع إشعاع نيوتونيو . وخلال تحول نيوترون إلى بروتون داخل نواة غير مستقره ينتج إليكترون وينطلق إشعاع نيوترنيو . والنيوترنيو (وايضا مضاد النيوترنيو) ليس له كتلة كما أنه ليس عليه سشحنه كهربائية . وبالاضافة إلى ذلك نجد أن التفاعل بينه وبين الماده قليل للغايه .

نيوتن

Newton

هو سير إسحق نيوتن العالم الفيزيائي الإنجليزي المولدود بتاريخ ٤ يناير ١٦٤٣ في وولس توري بالقرب من جرانتهام والمتوفى بتاريخ ٣١ مارس ١٧٢٧ في كينسنجتون . ويعتبر نيوتن أحد علماء الفيزياء البازين في كل العصور . فقد أسس الميكانيكا الكلاسيكيه وأوجد ثلاثه قوانين معروفة بإسمه ، كما إكتشف قانون الجاذبية على وجه الخصوص . وبذلك أمكنه تفسير حركة الكواكب حول الشمس وحساب كتل الأجرام السماوية . ويمثل قانون الجاذبية الأساس في علم الميكانيكا السماويه ؛ وينتج منه أيضا على وجه الخصوص ما إكتشفه كبلر من قوانين لحركة الكواكب . وقد إهتم نيوتن كذلك بمسائل الضوء ، فقام عام ١٦٧١ بتصميم منظار ما زال يعرف بإسمه حتى الآن . وفي مجال الرياضه أسس نيوتن حساب التفاضل والتكامل منفصلا تماما عن «ليبنتز» .

نيوكومب

Newcomb

هو «سيمون نيوكومب» الفلكي الأمريكي المولود بتاريخ ١٢ مارس ١٨٣٥ في بلدة والاس (نيوشوت لاند) والمتوفى بتاريخ ١١ يوليو ١٩٠٩ في واشنجتون ؛ قدم على وجه الخصوص بحوثا مستفيضه عن حركات الكواكب والكويكبات والقمر . ونيوكومب مشهور كذلك عن طريق كتابه «الفلك للجميع» الذي ظهر في عام ١٨٧٨ وبعد ذلك نشرت منه طبعات عديده حتى الطبعه الثامنه في عام ١٩٤٨ .

هارفارد

Harvard

← مرصد هارفارد . ← تقسيم هارفارد .

هاركيني

Harkini

← قاعدة هاركيني .

هال

Hale

هو جورج هال الفلكي الأمريكي المولود بتاريخ ٢٩ يونيو ١٨٦٨ فى شيكاغو والمتوفى بتاريخ ٢٢ فبراير ١٩٣٨ فى باسادنا . عين هال عام ١٨٩٧ مديرا لمرصد بيركس ، وبين عامى ١٩٠٤ ، ١٩٢٣ مديرا للمرصد الذى أسسه فى مونت ويلسون . وقد قام هال بأبحاث على وجه الخصوص فى مجالات الفيزياء الشمسيه والنشاط الشمس وأكتشف ظاهرة ـ زيمان فى البقع الشمسيه وكذلك العلاقه بين النشاط الشمسى وإضطراب المجال المغناطيسى الأرضى . وهو الذى إبتدع **الإسبكتروهليوجراف والاسبكتروهليوسكوب** وشارك فى التخطيط للمنظار ٥ متر الذى سمى بعد ذلك باسمه ← مرصد هال ، ← منظار هال .

الهاله

halo
halo *(sm)*
Hof *(sm)* **Halo** *(sm)*

١ ـ ظاهرة إشعاعيه فى السماء مصحوبه بضوء أبيض أوملون تنشأ من إنكسار أو إنعكاس الضوء على البلورات الثلجيه الدقيقة . وأشهر هالة إنكسار هى ما تتخذ الشمس أو القمر مركزا لها ويكون قطرها ٢٢° (هالة صغيره) أو ٤٦° (هالة كبيرة) .

٢ ـ إضاءه قرصيه أو حلقيه حول مذنب .

٣ ـ نظام كروى من الحشود النجوميه الكرويه ونجوم السلياق حول الطريق اللبنى و ← المجموعات النجوميه الخارجيه . ويطلق على هذه الأجسام **جمهرة الهالة** .

٤ ـ رمز لركبة الكورونا فى ← الإشعاع الراديوى من المجموعات النجوميه .

هالة الإليكترونات

electron halo
halo électrique *(sm)*
Elektronenhülle *(sf)*

هى ما يحيط بالنواه من إليكترونات تدور حولها ؛ تركيب الذره .

هالى

Halley

هو إدموند هالى الفلكى الإنجليزى المولود بتاريخ ٨ فبراير ١٦٥٦ فى هاجرز تاون بجوار لندن والمتوفى بتاريخ ٢٥ يناير ١٧٤٢ فى جرينيتش . قام هالى لسنوات طويله برحلات فى العروض الجنوبية بغرض الأرصاد الفلكيه والطبيعيه الأرضيه وعُين عام ١٧٢٠ فلكيا ملكيا ومديرا لمرصد جرينتش . وقد حسب هالى لأول مره مدار ٢٤ مذنبا بينها ما حدد دورته وعُرف بإسمه فيا بعد ؛ ← مذنب هالى عمل هالى أيضا فى مجال نظرية القمر وأكتشف الحركة الذاتية للنجوم الثوابت واقترح تعيين إختلاف المنظر الشمسى من عبور الزهرة .

هاياشى

Hayashi

← خط هاياشى .

هبل

Hubble

هو إدوين باول هبل الفلكى الأمريكى المولود بتاريخ ٢٠ نوفبر ١٨٨٩ فى باراشفيلد والمتوفى بتاريخ ٢٨ ستمبر ١٩٥٣ فى سانت مارينو (كاليفورنيا) . عمل هبل منذ عام ١٩١٩ بمرصد مونت ويلسون حيث قام بأخذ أرصاد عديدة للسدم المجرية والخارجية أدت إلى معلومات أساسيه قيمه . وفى أثناء تصنيف السماء حسب السدم الخارجيه وأثناء تعداد النجوم إكتشف هبل **المناطق الخاليه من السدم** . كما إكتشف هبل العلاقه بين تمدد السدم المجرية ولمعان النجوم التى تضيئها . وقد تمكن هبل فى عام ١٩٢٦ من تميز نجوم فى السدم الخارجيه ، وبذلك أعطى الدليل على أنها عبارة عن مجموعات نجوميه (مجرات) قائمة بذاتها . وفى خلال تعين المسافات إكتشف هبل الظاهرة المعروفة بإسمه ، **ظاهرة هبل** التى تربط بين مسافة السديم والإزاحه الحمراء فى خطوطه الطيفيه . كما أدخل هبل تقسيما للسدم الخارجيه .

ومن كتبه : عالم السدم (١٩٣٦ ، الطبعه الألمانيه فى عام ١٩٣٨) .

وعن ظاهرة هبل ؛ ← ظاهرة هبل .

هربج ـ هارو
Herbig - Haro

← أجسام ـ هربج ـ هارو .

الهرتز
Hertz

وحدة ← الذبذبه (تبعا لإسم هيزش هرتز) .

هرتز سبرنج
Hertzsprung

هو إينار هرتز سبرنج الفلكى الدانمركى المولود بتاريخ ٨ أكتوبر ١٨٧٣ فى فريدركس برج والمتوفى بتاريخ ٢١ أكتوبر ١٩٦٧ فى روسكليده . كان هرتز سبرنج أصلا مهندسا كياويا وعمل منذ عام ١٩٠٢ بمرصد كوبنهاجن وفى الفتره من ١٩٠٩ حتى ١٩١٩ بمرصد بوتسدام للفيزياء الفلكيه . قام بعد ذلك وحتى عام ١٩٤٥ بالعمل فى مرصد ليدن وأصبح مديره منذ عام ١٩٣٥ . وقد قام هرتز سبرنج بالبحث فى الحشود النجميه المفتوحيه والنجوم المتغيره والمزدوجه . وترجع شهرة هرتز سبرنج قبل كل شئ إلى إكتشافه للنجوم العالقه والاقزام (١٩٠٥) ، وذلك خلال دراساته الطيفيه الفوتومتريه . وقد سمى **شكل ـ هرتز سبرنج ـ رسل** على اسمه وإسم هـ . ف . رسل . كما سميت باسمه أيضا الفجوة المعروفه ، فجوة هرتز سبرنج .

هرشل
Hershel

١ ـ هو سير (منذ ١٨١٦) فريدريك وبليام هرشل الفلكى المولود بتاريخ ١٥ نوفمبر ١٧٤٨ فى هانوفر والمتوفى بتاريخ ٢٥ أغطس ١٨٢٢ فى سلوف بجوار وندسور (إنجلترا) . وقد كان هرشل فى الأصل موسيقارا ، ورحل فى عام ١٧٥٧ إلى إنجلترا حيث بدأ هناك فى شطف المرايا (المعدنيه) للمناظير بجانب عمله كموسيقى . وكان أول منظار كبير أمكنه عمله فى عام ١٧٧٤ . بعد ذلك قام بشطف ما يزيد على ٤٠٠ مرآه كانت أكبرها قطرا ١٫٢٢ مترا ولها بعد بؤرى ١١٫٩ مترا . وفى أثناء تصنيفه لكل من برج الثور وكوكبة التوأمين إكتشف هرشل كوكب يورانوس فى ١٣ مارس ١٧٨١ ، وكان ذلك سببا فى الشهرة السريعه لهرشل . وبسبب مساعدة الملك له أمكنه أن يهب كل وقته بعد ذلك للفلك ، فقام بأرصاد منتظمه وناجحه للسماء إكتشف خلالها عام ١٧٨٣ حركه الشمس الذاتيه فى إتجاه كوكبة الجاثى . كما إكتشف كثيرا من النجوم المزدوجه والحشود النجوميه والسدم وكذلك إكتشف قمرى يورانواس تيتان وأوبرون (١٧٨٧) وقمرى زحل مياس وإنسلادوس (١٧٨٩) . وعلى أساس إحصاءه للنجوم كون هرشل فكره لها ولائلها عن تركيب الطريق اللبنى .

٢ ـ هو سير جون فريدريك وبليام هرشل الفلكى وإبن الفلكى فريدريك وبليام هرشل . ولد جون هرشل بتاريخ ٧ مارس ١٧٩٢ فى سلوفا بالقرب من وندسور وتوفى بتاريخ ١١ مايو ١٨٧١ فى كولنج وود . وقد عمل هرشل كمحامى وأخذ أرصادا فلكيه مع والده ثم تولى أمور المرصد بعده . ورصد السماء الجنوبيه فى جنوب أفريقيا لأول مره من ١٨٣٤ حتى ١٨٣٨ بإنتظام . وأصدر مصنفا للنجوم المزدوجه ومصنفا آخر يضم ٥٠٧٠ سديما وحشدا نجوميا .

٣ ـ لو سيرتيا كارولينا هرشل وهى إخت فريدريك هرشل . ولدت بتاريخ ١٦ مارس ١٧٥٠ فى هانوفر وتوفيت بتاريخ ١٩ يناير ١٨٤٨ فى سلوف بجوار وندسور . وقد رحلت لوسيرتيا إلى أخيها بإنجلترا عام ١٧٧٢ وساعدته فى أخذ أرصاده . وفى هذه الأثناء إكتشفت لوسيرتيا بعض البقع السديميه وثمانية مذنبات .

الهلال
new moon
nouvelle lune *(sf)*
Interlunium *(sn)*, **Neumond** *(sm)*

هو إحدى ← أوجه القمر .

هلياكى

heliacal
heliaque
hiliakisch

منسوب الى الشمس ← الشروق

الهليوتروب

Heliotrop

هو ← آله فلكيه تاريخيه .

هليوجرام راديوى

Radioheliogram

← سبكترو هليوجرام .

هليوجرام طيفى

Spectroheliogram

هو ← سبكترو هليوجرام .

الهليوستات

heliostat
héliostat *(sm)*
Heliostat *(sm)*

هو آلة تستعمل فى ← أرصاد الشمس .

الهليوسكوب

helioscope
hélioscope *(sm)*
Helioskop *(sn)*

هو آلة تستعمل فى ← أرصاد الشمس .

الهليوميتر

heliometer
héliomètre *(sm)*
Heliometer *(sn)*

هو ← أحد آلات القياس الزاويه .

الهندوس

Indus, Ind *(L)*
indian
indien *(sm)*
Inder *(sm)*

كوكبه فى نصف الكره السماويه الجنوبى لاتشاهد فى خطوط عرضنا .

الهوروسكوب

horoscop
horoscope *(sm)*
Horoskop *(sn)*

هو تمثيل شكلى لمواقع الكواكب والشمس والقمر على الكره السماويه فى تاريخ ميلاد شخص ما أو أثناء نقطه زمنيه هامه . ويستخدم الهوروسكوب فى التنجيم ويسمى أيضا الكسموجرام .

هوف مايستر

Hoffmeister

هو الفلكى كونو هوف مايستر الألمانى المولود بتاريخ ٢ فبراير ١٨٩٢ بمدينة زونبرج(منطقة التيرنجن) والمتوفى بتاريخ ٢ يناير ١٩٦٨ بنفس المدينه . كان هوف مايستر فى الأصل بائعا وفى الفتره من ١٩١٥ إلى ١٩١٨ مساعدا بمرصد بامبرج . وفى عام ١٩٢٥ أسس هوف مايستر مرصده الخاص فى زونبرج وشيده ليكون مركزا لأبحاث النجوم المتغيره . ويعد هوف مايستر أنجح مكتشف للنجوم المتغيره . وبالاضافه إلى ذلك إشتغل هوف مايستر فى مجال النيازك والمذنبات والضوء البروجى .

هيبارخ

Hipparch

هو أكبر فلكى فى العصور القديمه . وهو اغريقى من آسيا الصغرى (من عام ١٩٠ ق.م حتى عام ١٢٥ ق.م) . وقد أسس هيبارخ الفلك العلمى حيث إعتمد فقط على الأرصاد وليس على التخمينات . فقد قام هيبارخ بأخذ أرصاده لفترة طويله على جزيره رودوس التى ظل منها على إتصال بعلماء الإسكندريه . ومن أرصاده وجد هيبارخ أطوال الفصول المختلفه وعللها بحركة إهليجيه للشمس حول الأرض . وإكتشف هيبارخ عدم انتظام فى حركة القمر وكذلك معادلة المركز . فقد قام بحساب أبعاد القمر والمسافه بينه وبين الأرض بدقه إلا أن حساباته المماثله للشمس إتسمت بالأخطاء .

وبعد أن إكتشف هيبارخ فى عام ١٣٤ ق.م نجما جديدا بدأ فى عمل مصنف نجومى قام بنشره بطليموس فى كتابه الماجسطى بعد ذلك . وبمقارنة مواقع النجوم فى مصنفه بمثيلاتها فى المصنفات التى

سبقته إكتشف هيبارخ السبق . كما شيد هيبارخ نظرية الايبيسيكل وأدخل الهندسة فى علم الفلك .

هيجنز

Hygens

هو كريستيان هيجنز الفيزيائى الهولندى المولود بتاريخ ١٤ أبريل ١٦٢٩ فى هاج والمتوفى بتاريخ ٨ يونيو ١٦٩٥ بنفس المدينه . وقد عاش هيجنز بعد رحلات طويلة فى باريس من ١٦٦٦ حتى ١٦٨١ فى مسقط رأسه مدينة هاج . أسس هيجنز النظرية الموجيه للضوء وإكتشف قوانين الإصطدام المرن كما إخترع الساعة البندوليه . وبالنسبة لتكنولوجية الأرصاد الفلكيه بجدر التنويه بالعينية التى صممها هيجنز وسميت بإسمه (← المنظار) . وقد قام هيجنز بأخذ أرصاد فلكيه إكتشف منها تيتان ، أحد أقمار زحل ، وكذلك عددا من النجوم المزدوجة علاوة على دوران وفلطحة المريخ . وكان هيجنز فى عام ١٦٦٥ أول من تأكد من الطبيعة الحقيقيه لحلقات زحل .

هيدالجو

Hidalgo

← كويكب .

الهيدروجين

hydrogen
hydrogène *(sm)*
Wasserstoff *(sm)*

هو أخف العناصر الكيماويه ويرمز له بالرمز H تتكون نواة ذرة الهيدروجين (العادى) من بروتون يدور حوله إليكترون فى حالة الهيدروجين المتعادل (← تركيب الذره) . ويوجد بجانب ذلك كميات قليله جدا من الهيدروجين الثقيل ، الدويتريوم ، الذى تحتوى نواته على نيوترون بالاضافه إلى البروتون . وتحتوى نواة الهيدروجين غير المستقر ، التريتيوم على بروتون ونيوترونين . والأعداد الوزنيه لهذه النظائر المختلفه من الهيدروجين هى ١ ، ٢ ، ٣ بينما أعداد الشحنه تساوى واحد فيها جميعا . يرمز إلى الهيدروجين المتعادل بالرمز HI ، والمتأين ، أى الذى إنفصل عنه إليكترون ، بالرمز HII . ويلعب الإمتصاص الناتج من أيون الهيدروجين السالب H^- دوراكبيرا فى الغلاف النجمى ، وينشأ هذا الأيون من الهيدروجين المتعادل عن طريق إلتصاق إليكترون آخر بالذره . وعنصر الهيدروجين هو أكثر العناصر الكيماويه شيوعا فى الكون (← شيوع العناصر) ، ولذلك نجد خطوطه المميزه فى طيف كثير من الأجسام الكونيه (← الطيف) . ومن الهيدروجين تستقبل أيضا ← إشعاع الذبذبات الراديوى ، ومثال ذلك الاشعاع الخطى عند الطول الموجى ٢١ سم .

هيرمس

Hermes

هو ← كويكب .

هيستيا

Hestia

هو ← كويكب . والفجوه الموجوده فى شيوع زمن دوران الكويكبات مجاورة لزمن دوران كويكب هيستيا تسمى **فجوه هيستيا** ، ← **كويكب** .

هيفل

Hevel

هو يوحنا هيفل الفلكى المولود بتاريخ ٢٨ يناير ١٦١١ فى دانسك والمتوفى بتاريخ ٢٨ يناير ١٦٨٧ فيها . وقد بنى هيفل لنفسه مرصدا فى دانسك حيث قام بأخذ أرصاد كثيره وخصوصا للقمر والمذنبات والكواكب والبقع الشمسيه ، مستخدما فى أرصاده هذه المناظير وفى تحديد المواقع آلة الربع . وقد أسس هيفل فرع السيلينوغرافيا بإصداره أول خريطه قمريه . وسمى هيفل سلسله من صور النجوم بأسماء لازالت متداوله حتى الآن مثل الأسماء الاتينيه لينكس ، لاسيرتا ، سكوتم وفلبكيولا أى على التوالى الوشق والورل والدرع والثعلب .

هيكوبا

Hecuba

هو كويكب . وتسمى الفجوه فى شيوع فترة دوران الكويكبات المجاوره لزمن دوران هيكوبا بفجوه هيكوبا ، ← الكويكبات .

و

الوحدة الفلكيه

astronomical unit
unité astronomique *(sf)*
astronomische Eihheit *(sf)*

هى وحدة الأبعاد فى المجموعة الشمسيه ، وهى تقريبا نصف طول القطر الأكبر لمدار الأرض حول الشمس ، أى البعد المتوسط للأرض عن الشمس . وفى الإتفاقات الدوليه فإن الوحده الفلكيه = ١٤٩٫٦٠٠ مليون كم . والقيمه الدقيقه لبعد الأرض عن الشمس يمكن الحصول عليها بواسطة إختلاف منظر الشمس .

وحيد القرن

Monoceros, Mon. *(L)*
monoceros
licorne *(sf)*
Einhorn *(sm)*

هو إحدى كوكبات منطقة الإستواء السماوى ، التى نشاهدها فى ليالى الشتاء . وتمر سكة التبانه خلال الكوكبه ؛ كما يوجد بالكوكبه عديد من السدم المجريه والحشود النجوميه التى يرى بعضها بنظارة ميدان .

الورل

Lacerta, Lac. *(L)*
lacerta
lézard *(sm)*
Eidechse *(sf)*

هو كوكبة صغيره فى النصف الشمالى للكره السماويه .

الورروار

Merope

هو أحد نجوم حشد ← الثريا .

الوزن الذرى

nucleon number
nombre de Masse *(sm)*
Massezahl *(sf)*

هو مجموع ماتحتوى نواة الذره من بروتونات ونيوترونات . يتكون كل عنصر كيماوى عادة من مزيج من نوى عديدة الوزن الذرى ، أى من نظائر مختلفه ، فهى تتحد فقط فى عدد البروتونات وليس فى عدد النيوترونات . على سبيل المثال الهيدروجين يتكون من مزيج ثلاثه نظائر يغلب عليها الهيدروجين العادى ذى الوزن الذرى ١ ومن الديتريوم ذى الوزن الذرى ٢ ثم التريتيوم ووزنه الذرى ٣ . ومتوسط كتلة نواه ذرة الهيدروجين فى هذا الخليط من النظائر يعرف بالوزن الذرى .

الوزن المعادل

counter weight
contre - poids *(sm)*
Gegengewicht *(sn)*

هو وزن أو كتله لحفظ توازن ← المنظار .

الوشق

Lynx, Lyn
lynx
lynx *(sm)*
Luchs *(sm)*

هو إحدى كوكبات نصف الكره السماويه الشمالى .

وولف

Wolf

١ ـ هو «ماكس وولف» الفلكى الألمانى المولود بتاريخ ٢١ يونيو ١٨٦٣ فى مدينه هامبورج والمتوفى بتاريخ ٣ أكتوبر ١٩٣٢ فى نفس البلده ؛ ١٩٠٩ مديرا لمرصد «هيدلبرج» . شارك وولف بأعمال باهره فى إدخال طريقة الرصد الفلكى بالتصوير الفوتوغرافى . وخلال ذلك حصل على صور كثيره لكل من سكه التبانه والسدم المجريه والمجموعات النجوميه . قام «وولف» بتطوير طريقه الأرصاد الفوتوغرافيه للكويكبات وأكتشف عددا كبيرا منها . وفى مجال دراسة السحب الداكنه أوجد «وولف» إمكانية لإستخراج إشكالها عن طريق تعداد النجوم .

٢ ـ هو «رودولف وولف» الفلكى السويسرى المولود بتاريخ ٧ يوليو ١٨١٦ فى فيلبندن بجوار زيورخ والمتوفى بتاريخ ٦ ديسمبر ١٨٩٣ فى زيورخ ؛ منذ

١٨٤٧ مديرا لمرصد برن ؛ ومنذ ١٨٥٥ أستاذا فى زيورخ ، ثم منذ ١٨٦٤ مديرا لمرصدها . وورودلف وولف معروف بأرصاد الكلف الشمس لسنوات طويله وكذلك بالأبحاث الإحصائيه عليه . وقد أدخل وولف إصطلاح العدد النسى للكلف الشمسى وأكتشف العلاقه بين شيوع هذا الكلف والتيارات المغناطيسيه الأرضيه .

ى

يابيتوس

Japitus

هو أحد ← توابع زحل .

يانوس

Janus

أحد ← توابع زحل .

يعقوب

Jacob

← عصا يعقوب .

يمنى الحركه

direct
direct
rechtläufig

هو تمييز لحركه جرم سماوى فى المجموعه الشمسيه . وتكون الحركه الحقيقيه فى المدار يمينيه ، حينما تبدو فى عكس عقارب الساعه بالنسبه لمشاهد يطل عليها من قطب البروج ؛ وفى الحالة الأخرى تسمى الحركة تراجعيه . تتحرك كل الكواكب ، وأغلب الأقمار وأغلب المذنبات قصيره الدوره فى حركه يمينيه ، بينما تحدث الحركه التراجعيه فى قليل من الأقمار والمذنبات قصيره الدوره وفى المدارات الموزعه بغير إنتظام للمذنبات طويلة الدوره وكذلك فى حالة النيازك . وتكون الحركه الظاهريه للكواكب يمينيه عندما تحدث من الغرب إلى الشرق ، وعلى العكس من ذلك فهى تراجعيه إذا كانت من الشرق إلى الغرب (الشكل ، ← الكواكب) .

يو

Jo

أحد ← توابع المشترى .

يورانوس

Uranus

كوكب يرمز له بالرمز ♁ . ويورانوس يمكن بالعين المجردة رؤيته بالكاد كنجم من القدر السادس . وهو يتحرك بسرعة متوسطه قدرها . ٦٫٨ كم/ث وزمن دوران يبلغ ٨٤٫٠٢ سنة حول الشمس فى قطع ناقص إهليجيته ٠٫٠٤٧ وميله على مستوى الأرض ٢١ً ٤٦َ فقط . يبلغ البعد المتوسط ليورانوس عن الشمس من ٢٥٨٧ إلى ٣١٤٩ مليون كم . ويقدر القطر الظاهرى المتوسط عند الاستقبال ٣٫٦ً فقط . والقياسات الدقيقة للقطر صعبه نظرا للبعد الكبير كما أنها تؤدى إلى قيم مختلفة . يبلغ القطر الإستوائى ليورانوس حوالى ٤٧١٠٠ كم وهو بذلك ٣٫٧٠ مرة أكبر من القطر الإستوائى للأرض . أما فلطحة يورانوس فتفترض تقريبا نفس قيمة المشترى . وتبلغ كتلة يورانوس حوالى ١٤٫٥٢ مرة مثل كتلة الأرض ، وكثافته المتوسطه ١٫٥٨ جم/سم٣ مثل كل الكواكب العملاقة وأقل بكثير عن الكواكب الشبيهة بالأرض . وقوة الجاذبية عند السطح أقل فقط بحوالى ١٪ عنها على سطح الأرض . وبسبب البعد الكبير عن الشمس فإن يورانوس له لمعان صغير . كذلك فإن درجة حرارة السطح التى قدرت بالأرصاد الفلكية ، حوالى ١٠٠ْ م ترجع لبعد الشمس الكبير عن الكوكب . بجانب ذلك يؤثر فعل التخزين فى الغلاف الجوى ليورانوس .

وكل من عاكسية الكوكب البالغه ٠٫٩٣ وسرعة دورانه مرتفعين جدا . يدور يورانوس كل ١٠ ساعات ، ٤٩ دقيقة فقط مره حول محوره . وهذا المحور يوجد تقريبا فى مستوى المدار على عكس كل الكواكب الأخرى ، بحيث أن خط إستواء يورانوس يميل ٩٨ْ على مستوى المدار : ويورانوس هو الكوكب الوحيد الذى يتدحرج فى مداره إلى الأمام .

ومن المحتمل أن يكون يورانوس فى تركيبه مشابها لكل من المشترى وزحل . ويتكون الغلاف الجوى ، الذى يحول دون رؤية سطح الكوكب ، أساسا من الهيدروجين المختلط عُشر قدر ما يوجد فى الغلاف الجوى للمشترى من ميثان (CH_4) . وأكثر من ذلك تفصيلا تحت ← الكواكب ، الجدول .

أكتشف يورانوس فى ١٣/ ٣/ ١٧٨١ على يد « و . هرشل » كأول كوكب غير معروف من القدم .

وعن أقمار يورانوس أنظر ← توابع يورانوس .

يورانيا

Urania

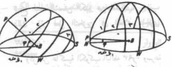
هى إسم شائع لمراصد أو إتحادات الهواه الفلكيين .

اليوم

day
jour ***(sm)***
Tag ***(sm)***

١ ـ هو الفترة الزمنيه بين عبورين علويين متتاليين لنقطة الربيع (← اليوم النجمى) أو بين عبورين علويين متتاليين لنجم ما (← اليوم النجمى) أو بين عبورين علويين متتاليين للشمس (← اليوم الشمسى) .

٢ ـ فى الحياة المدنية هو الفترة بين شروق وغروب الشمس . ويعتمد طول اليوم على العرض الجغرافى للمكان وكذلك على الفصل من السنة . وأطول يوم



لتوضيح أعتماد طول النهار على كل من فصول السنة والعرض الجغرافى لمكان المشاهدة B . وقد رسم لهذا الغرض مسار الشمس الظاهرى على الكرة السماوية عند وقت الانقلاب الصيفى (١) وعند الاعتدال الربيعى (٢) وكذلك عند الانقلاب الشتوى (٣) . وتدل P على قطب السماء الشمالى ، N على نقطة الشمال S على نقطة الجنوب ، O على نقطة الشرق ، W على نقطة الغرب .

بالنسبة للعروض الشماليه هو وقت الإنقلاب الصيفى للشمس ، فى ٢١ يونيو تقريبا ، بينما أقصر يوم هو فى الإنقلاب الشتوى ، فى ٢١ ديسمبر تقريبا . أما بالنسبة للعروض الجنوبية فالوضع معكوس . وعند تساوى الليل والنهار (الإعتدالين) يتساوى طول الليل مع طول النهار لكل أماكن الأرض .

اليوم الشمسى

solar day
jour solair ***(sm)***
Sonnentag ***(sm)***

هو الفترة الزمنيه بين عبورين سفليين متتاليين للشمس ، ويمثل وحدة الزمن الشمسى وينقسم إلى ٢٤ ساعة كل منها ٦٠ دقيقة فى كل منها ٦٠ ثانيه . يبدأ اليوم الشمس عند ساعة صفر بالزمن المحلى ، وقت العبور السفلى للشمس (منتصف الليل) . وينتهى عند العبور السفلى التالى . **والوقت الشمسى** بذلك يساوى الزواية الساعيه للشمس . التى تُحصى من خط الزوال ، أى من العبور العلوى ـ مضانا إليها ١٢ ساعة . وبسبب حركة الشمس الغير منتظمة على الكره السماوية . بفعل السرعة المختلفة للأرض فى مدارها حول الشمس والمسافة المتغيرة بين الأرض والشمس ـ فإن **اليوم الشمسى الحقيق** ، الذى نحصل عليه عن طريق الأرصاد الشمسيه المباشرة لا يعد مقياسا ثابتا . من هنا فإنه لا حاجة لنا به فى العلم والاقتصاد كوحدة زمنيه . وحتى نحصل على وحدة زمنيه ثابته ، فقد تم تعريف **اليوم الشمسى المتوسط** . وهذا عبارة عن القيمة المتوسطه لأطوال الأيام الشمسيه الحقيقية فى مدة عام وفى نفس الوقت فهو يساوى الفترة الزمنيه بين عبوريين متتاليين لشمس متوسطه ، نتخيلها متحركة بإنتظام على خط الإستوء السماوى ، وذلك على العكس من الشمس الحقيقية التى تتحرك (فى غير إنتظام) فوق البروج . ويقسم اليوم الشمس المتوسط بنفس الطريقة إلى ٢٤ ساعة كل منها ٦٠ دقيقة فى كل منها ٦٠ ثانيه . ويعطى الفرق بين الزمن الحقيقى والمتوسط بما يسمى ←

معادلة الزمن . واليوم الشمس المتوسط أطول بحوالى ٥٦،٥٦ث ٣ق عن ← اليوم النجمى ، لأنه فى خلال عام تصنع الأرض دورة كاملة بالنسبة لسماء النجوم التوابت زيادة عما تصنعة بالنسبة للشمس . ويأتى النقص بدورة واحدة بالنسبة للشمس من دوران الأرض حول الشمس مرة واحدة فى سنه بالضبط . بذلك فإن اليوم الشمس المتوسط = ١،٠٠٢٧٤ يوما نجميا = ٥٦،٥٦ث ٣ق ٢٤س بالتوقيت النجمى ، واليوم النجمى = ٠،٩٩٧٢٧ يوما شمسيا متوسطا = ١،٤ث ٥٦ق ٢٣س بالتوقيت المتوسط

اليوم النجمى

sideral day
jour sidereal *(sm)*
Sterntag *(sm)*

هو الوحده الزمنيه بين عبورين علويين متتالين لنقطه الربيع ، أى وحدة الزمن النجمى . ويقسم اليوم النجمى إلى ٢٤ ساعه فى كل منها ٦٠ دقيقة يحتوى كل منها على ٦٠ ثانيه . واليوم النجمى أقصر بحوالى ٣ دقائق ، ٥٦،٥٦ ثانيه مقاسه بالتوقيت الشمسى عن ← اليوم الشمسى المتوسط ، الذى يمثل أساس التوقيت الزمنى المدنى . والسنه الشمسيه المتوسطه التى تحتوى على ٣٦٥،٢٢٤٢٢ يوما شمسيا متوسطا تساوى ٣٦٦،٢٤٢٢ يوما نجميا .

ليس اليوم النجمى فى الحقيقه وحدة ثابته لقياس الزمن ، لأنه يحدث بسبب ← الترنح تأرجحات فى نقطة الربيع بدورة قدرها حوالى ١٨،٦ سنه حول مكان متوسط . فإذا ما حررنا **الزمن النجمى الحقيقى** الذى نحصل عليه بالرصد المباشر ، من مثل هذه التأرجحات ، فإننا نحصل على **الزمن النجمى المتوسط**. ويقدر أقصى فرق بين كل من الزمن النجمى المتوسط والحقيقى ٠،٤ ثانيه . أما إذا لم نستعمل لتحديد اليوم النجمى تتابع عبوريين علويين لنقطه الربيع وإنما لنجم ثابت (تحرر موقعه من الحركه الذاتيه) ، فإننا نحصل على وحدة لليوم النجمى أطول بحوالى ٠،٠٠٨ ثانيه ، **اليوم الفلكى** ، ويأتى ذلك من أن نقطه الربيع تترحزح إلى الأمام بين النجوم حوالى ٥٠،٣ً خلال العام . والسبب فى ذلك هو ← السبق .

يونو

Juno

هو أحد ← الكويكبات .

١ ـ بعض النجوم المعروفة التى لا يزيد بعدها عن ٥ بارسك

النجم	الاحداثيات (١٩٥٠) المطلع المستقيم		الميل		الحركة الذاتية	زاوية الوضع	المسافة بارسك	اللمعان البصرى بالقدر		النوع الطيفى ونوع قوة الاشعاع
	س	د	′	°	″/سنة	°		الظاهرى	المطلق	
الشمس	—		—		—	—	—	-٢٦,٨٦	٤,٧١	G2V
الأقرب القنطورى	٢٦,٣	١٤	-٢٨	٦٢	٣,٨٥	٢٨٢	١,٣١	١٠,٧	١٥,١	M5e
α قنطورس A	٣٦,٢	١٤	-٣٨	٦٠	٣,٦٩	٢٨١	١,٣٣	٠,٠٢	٤,١	G2V
B	٣٦,٢	١٤	-٣٨	٦٠	٣,٦٩	٢٨١	١,٣٣	١,٥	٥,٩	K5V
سهم بنارد	٥٥,٤	١٧	+٣٣	٤	١٠,٣٤	٣٥٦	١,٨١	٩,٥	١٣,٢	M5V
وولف ٣٥٩	٥٤,١	١٠	+١٩	٧	٤,٨٠	٢٣٥	٢,٣٢	١٣,٥	١٦,٧	M6e
لالاند ٢١١٨٥	٠,٦	١١	+١٨	٣٦	٤,٧٨	١٨٧	٢,٤٩	٧,٥	١٠,٥	M2
الشعرى اليمانية A	٤٢,٩	٦	-٣٩	١٦	١,٣٢	٢٠٤	٢,٦٧	-١,٤	١,٥	AIV
B	٤٢,٩	٦	-٣٩	١٦	١,٣٢	٢٠٤	٢,٦٧	٨,٦	١١,٥	DA5
ليتون ٨ ـ ٧٢٦ A	٣٦,٤	١	-١٣	١٨	٣,٣٥	٨٠	٢,٧٤	١٢,٥	١٥,٣	M6e
B	٣٦,٤	١	-١٣	١٨	٣,٣٥	٨٠	٢,٧٤	١٣,٠	١٥,٨	M6e
روس ١٥٤	٤٦,٧	١٨	-٥٣	٢٣	٠,٧٤	١٠٦	٢,٩٠	١٠,٦	١٣,٣	M5e
٢٤٨	٣٩,٤	٢٣	+٥٥	٤٣	١,٨٢	١٧٦	٣,١٦	١٢,٢	١٤,٧	M6e
ع النهر	٣٠,٦	٣	-٣٨	٩	٠,٩٧	٢٧٢	٣,٢٨	٣,٧	٦,١	K2
ليتون ٦ ـ ٧٨٩	٣٥,٧	٢٢	-٣٦	١٥	٣,٢٧	٤٥	٣,٣١	١٢,٢	١٤,٦	M6
روس ١٢٨	٤٥,١	١١	+٦	١	١,٤٠	١٥٣	٣,٣٢	١١,١	١٣,٥	M5
٦١ الدجاجة A	٤,٧	٢١	+٣٠	٣٨	٥,٢٢	٥٢	٣,٤٢	٥,٢	٧,٥	K5V
B	٤,٧	٢١	+٣٠	٣٨	٥,٢٢	٥٢	٣,٤٢	٦,٠	٨,٣	K7V
ع الهندى	٥٩,٦	٢١	-٠٠	٥٧	٤,٦٧	١٢٣	٣,٤٣	٤,٧	٧,٠	K5V
الشعرى الشامية A	٣٦,٧	٧	+٢١	٥	١,٢٥	٢١٤	٣,٤٨	٠,٤	٢,٦	F5IV
B	٣٦,٧	٧	+٢١	٥	١,٢٥	٢١٤	٣,٤٨	١٠,٨	١٣,١	DF3
Σ ٢٣٩٨A	٤٢,٢	١٨	+٣٣	٥٩	٢,٢٩	٣٢٤	٣,٥٢	٨,٩	١١,٢	M3
B	٤٢,٢	١٨	+٣٣	٥٩	٢,٢٩	٣٢٤	٣,٥٢	٩,٧	١٢,٠	M4
جرومبردج ٣٤ A	١٥,٥	٠٠	+٤٤	٤٣	٢,٩١	٨٢	٣,٥٥	٨,١	١٠,٤	MIV
B	١٥,٥	٠٠	+٤٤	٤٣	٢,٩١	٨٢	٣,٥٥	١١,٠	١٣,٣	M6V
لاسيل ٩٣٥٢	٢,٦	٢٣	-٩	٣٦	٦,٨٧	٧٩	٣,٥٨	٧,٤	٩,٦	M2V
ح قيطس	٤١,٧	١	-١٢	١٦	١,٩٢	٢٩٦	٣,٦٦	٣,٥	٥,٧	G8V
B.D+5°1668	٢٤,٧	٧	-٢٣	٥	٣,٧٣	١٧١	٣,٧٦	٩,٨	١١,٩	M4
لاسيل ٨٧٦٠	١٤,٣	٢١	-٤	٣٩	٣,٤٦	٢٥١	٣,٨٥	٦,٧	٨,٨	M1V
نجم كابتين	٩,٧	٥	-٠٠	٤٥	٨,٧٩	١٣١	٣,٩١	٨,٨	١٠,٨	M0
كروجر ٦٠A	٢٦,٣	٢٢	+٢٧	٥٧	٠,٨٧	٢٤٥	٣,٩٤	٩,٨	١١,٧	M4
B	٢٦,٣	٢٢	+٢٧	٥٧	٠,٨٧	٢٤٥	٣,٩٤	١١,٥	١٣,٢	M6
روس ٦١٤	٢٦,٨	٦	-٤٦	٢	٠,٩٧	١٣٥	٤,٠١	١١,٣	١٣,٣	M5e
B.D - 12°4523	٢٧,٥	١٦	-٣٢	١٢	١,١٨	١٨٦	٤,٠١	١٠,٠	١٢,٠	M5
وولف ٢٨	٤٦,٥	٠٠	+٩	٥	٢,٩٨	١٥٥	٤,٢٧	١٢,٤	١٤,٢	DF
وولف ٤٢٤A	٣٠,٩	١٢	+١٨	٩	١,٨٧	٢٧٨	٤,٣٧	١٢,٦	١٤,٤	M6e
B	٣٠,٩	١٢	+١٨	٩	١,٨٧	٢٧٨	٤,٣٧	١٢,٦	١٤,٤	M6e
CD −37°15494	٢,٥	٠٠	-٣٦	٣٧	٦,٠٩	١١٢	٤,٦٠	٨,٦	١٠,٤	M3
جرومبروج ١٦١٨	٨,٣	١٠	+٤٢	٤٩	١,٤٥	٢٥٠	٤,٦١	٦,٦	٨,٣	M0

I ـ بعض النجوم المعروفة التى لا يزيد بعدها عن ٥ بارسك

النجم	الاحداثيات (١٩٥٠) المطلع المستقيم		الميل		الحركة الذاتية	زاوية الوضع	المسافة بارسك	اللمعان البصرى بالقدر		النوع الطيفى ونوع قوة الاشعاع
	س	ق	'	°	″/سنة	°		الظاهرى	المطلق	
C.D − 46°11540	٢٤,٩	١٧	٥١-	٤٦	١,١٥	١٤٨	٤,٦٣	٩,٤	١١,١	M4
C.D − 49° 13515	٣٠,٢	٢١	١٣-	٤٩	٠,٧٨	١٨٥	٤,٦٨	٨,٧	١٠,٤	M3
C.D − 44° 11959	٣٣,٥	١٧	١٧-	٤٤	١,١٤	٢١٧	٤,٧٠	١١,٢	١٢,٨	M5
ليتون ١٦ ـ ١١٥٩	٥٧,٤	١	٥١+	١٢	٢,٠٨	١٤٩	٤,٧٢	١٢,٣	١٣,٩	M7
لالاند ٢٥٣٧٢	٤٣,٢	١٣	١٠+	١٥	٢,٣٠	١٢٩	٤,٨١	٨,٥	١٠,١	M2
B.D + 68° 946	٣٦,٧	١٧	٢٣+	٦٨	١,٣١	١٩٤	٤,٨٣	٩,١	١٠,٧	M3
روس ٧٨٠	٥٠,٦	٢٢	٣١-	١٤	١,١٧	١٢٣	٤,٨٦	١٠,٢	١١,٨	M5
C.C 658	٤٣,٠	١١	٣٣-	٦٤	٢,٦٩	٩٧	٤,٨٦	١١,٥	١٢,٦	DA
o^2 النهر A	١٣,٠	٤	٤٤-	٧	٤,٠٨	٢١٣	٤,٨٨	٤,٤	٦,٠	KOV
B	١٣,٠	٤	٤٤-	٧	٤,٠٨	٢١٣	٤,٨٨	٩,٩	١١,٢	DB9
C	١٣,٠	٤	٤٤-	٧	٤,٠٨	٢١٣	٤,٨٨	١١,٢	١٢,٨	M4e
B.D+20° 2465	١٦,٩	١٠	٧+	٢٠	٠,٤٩	٢٥٨	٤,٩٥	٩,٤	١٠,٩	M5

يلاحظ أن المسافات (وبالتالى الترتيب) قرب نهاية الجدول غير مؤكدة تماماً .

II ـ نجوم ألمع من القدر الظاهرى الثالث وتقع الى الشمال من الميل – ٤٠°

النجم	الاحداثيات (١٩٥٠) المطلع المستقيم		الميل		m_V اللمعان الظاهرى	SP النوع الطيفى ونوع قوة الاشعاع	d المسافة بارسك	أسماء أخرى أو ملاحظات
	د	س	′	°	د			
α الأرنب	٣٠,٥	٥	٥١-	١٧	٢,٥٨	FOIB	٣٠٠	
β الأرنب	٢٦,١	٥	٤٨-	٢٠	٢,٨١	G5III	٦٠	مزدوج بصرى ٣″
α الأسد	٥,٧	١٠	١٣+	١٢	١,٣٤	B7V	٢٦	الرجل ، نجم ثلاثى [III]
β الأسد	٤٦,٥	١١	٥١+	١٤	٢,١٣	A3V	١٣	الذنب
γ الأسد	١٧,٢	١٠	٦+	٢٠	٢,٠٢	KOPIII	٣٢	مزدوج بصرى [III]
δ الأسد	١١,٥	١١	٤٨+	٢٠	٢,٥٥	A4V	٢٣	
ε الأسد	٤٣,٠	٩	٠٠+	٢٤	٢,٩٨	GOII	١٠٠	
α الاكليل الشمالى	٣٢,٦	١٥	٥٣+	٢٦	٢,٢٢	AOIII	٢٢	جما ، متغير ، [IV]
β التنين	٢٩,٣	١٧	٢٠+	٥٢	٢,٧٨	G2II	١١٠	
γ التنين	٥٥,٤	١٧	٣٠+	٥١	٢,٢١	K5III	٤٠	
η التنين	٢٣,٣	١٦	٣٨+	٦١	٢,٧٤	G8III	٣٠	مزدوج بصرى ٦″
α التوأمين	٣١,٤	٧	٠٠+	٣٢	١,٥٦	A1V	١٤	كاستور ، سداسى [III]
β التوأمين	٤٢,٣	٧	٠٩+	٢٨	١,١٥	KOIII	١١	راس التوأم المؤخر
γ التوأمين	٣٤,٨	٦	٢٧+	١٦	١,٩٣	AOIV	٣٠	
α الثعبان	٤١,٨	١٥	٣٥+	٦	٢,٦٥	K2III	٢٣	
α الثور	٣٣,٠	٥	٢٥+	١٦	٠,٨٠	K5III	٢١	الديران ، مزدوج بصرى ٣١″
β الثور	٢٣,١	٥	٣٤+	٢٨	١,٦٥	B7III	٨٠	
η الثور	٤٤,٥	٣	٥٧+	٢٣	٢,٨٦	B7III	٦٠	
β الجاثى	٢٨,١	١٦	٣٦+	٢١	٢,٧٧	G8III	٥٥	مزدوجى طيفى
ζ الجاثى	٣٩,٤	١٦	٤٢+	٣١	٢,٨١	G0IV	٩	مزدوج بصرى ١,٦″
α الجبار	٥٢,٥	٥	٢٤+	٧	١,٣-٠,٤	M2I	١٨٠	إبط الجوزاء ، متغير [IV]
β الجبار	١٢,١	٥	١٥-	٨	٠,١١	B8Ia	٢٧٠	الرجل ، رباعى مزدوج بصرى ٩″ ، مزدوج طيفى
γ الجبار	٢٢,٤	٥	١٨+	٦	١,٦٣	B2 III	١٤٠	مرزم الجبار
δ الجبار	٢٩,٤	٥	٢٠-	٠٠	٢,١٩	09.5II	٤٥٠	ثلاثى بصرى [II]
ε الجبار	٣٣,٧	٥	١٤-	٠١	١,٧٠	B0 Ia	٥٠٠	
ζ الجبار	٣٨,٢	٥	٥٨-	١	١,٧٩	09.5 Ib	٤٠٠	ثلاثى : مزدوج بصرى ٢,٥″ ومزدوج طيفى
ι الجبار	٣٣,٠	٥	٥٦-	٥	٢,٧٦	09 III	٤٨	ثلاثى : مزدوج بصرى ١١″ ومزدوج طيفى .
δ الجدى	٤٤,٣	٢١	٢١-	١٦	٢,٨١	A6m⁴	١٦	مزدوج طيفى
α الحمامة	٣٧,٨	٥	٦-	٣٤	٢,٦١	B8eV	٤٥	مزدوج بصرى ١٢″
α الحمل	٤,٣	٢	١٤+	٢٣	٢,٠٠	K2 III	٢٢	الحمل
β الحمل	٥١,٩	١	٣٤+	٢٠	٢,٦٤	A5 V	١٦	مزدوج طيفى
α الحوت الجنوبى	٥٤,٩	٢٢	٥٣-	٢٩	١,١٦	A3V	٧	فم الحوت
α الحويه	٣٢,٦	١٧	٣٦+	١٢	٢,٠٧	A5 III	١٧	رأس الحاج
β الحويه	٤١,٠	١٧	٣٥+	٤	٢,٧٧	K2III	٣٦	

II ـ نجوم ألمع من القدر الظاهري الثالث وتقع الى الشمال من الميل – ٤٠°

النجم	الاحداثيات (١٩٥٠) المطلع المستقيم د	س	الميل '	°	m_v اللمعان الظاهري	SP النوع الطيفي ونوع قوة الاشعاع	d المسافة بارسك	أسماء أخرى أو ملاحظات
δ الحويه	١١,٧	١٦	٣٤-	٣	٢,٧٤	M0 III	٣٢	
η الحويه	٧,٥	١٧	٤٠-	١٥	٢,٤٤	A2 V	٢١	مزدوج بصرى ٦"، ٠
ζ الحويه	٣٤,٤	١٦	٢٨-	١٠	٢,٥٦	09.5 V	١٦٠	
α الدب الأصغر	٤٨,٨	١	٠٢+	٨٩	٢,٣-٢,١	F8 Ib	٢٠٠	نجم القطبية ، ثلاثى مزدوج بصرى ١٨"، مزدوج طيفى متغير ، [IV]
β الدب الأصغر	٥٠,٨	١٤	٢٢+	٧٤	٢,٠٤	K4 III	٣٣	القحاب
α الدب الأكبر	٠,٧	١١	١+	٦٢	١,٨١	G9 III	٣٠	الدبه ، مزدوج بصرى ٦"، ٠
β الدب الأكبر	٥٨,٨	١٠	٣٩+	٥٦	٢,٣٦	A1 V	٢٣	المراق
γ الدب الأكبر	٥١,٢	١١	٥٨+	٥٣	٢,٤٣	A0 V	٣٢	فخذ الدب
ε الدب الأكبر	٥١,٨	١٢	١٤+	٥٦	١,٧٨	A0 p	٢٥	اليوث ، مزدوج طيفى
ζ الدب الأكبر	٢١,٩	١٣	١١+	٥٥	٢,١٢	A2 V	٢٦	المئزر ، ثلاثى ، [III]
η الدب الأكبر	٤٥,٦	١٣	٣٤+	٤٩	١,٨٦	B3 V	٧٠	بنت نعش
α الدجاجة	٣٩,٧	٢٠	٦+	٤٥	١,٢٥	A2 Ia	٥٠٠	الذنب
γ الدجاجة	٢٠,٤	٢٠	٦+	٤٠	٢,٢٢	F8 Ib	٢٥٠	
δ الدجاجة	٤٣,٤	١٩	٠٠+	٤٥	٢,٨٧	B9.5 III	٤٥	مزدوج بصرى ٢"
ε الدجاجة	٤٤,٢	٢٠	٤٧+	٣٣	٢,٤٦	K0 III	٢٤	
α الدلو	٣,٢	٢٢	٣٤-	٠٠	٢,٩٢	G2 Ib	٤٢٠	
β الدلو	٢٨,٩	٢١	٤٨-	٥	٢,٨٥	G0 Ib	٣٠٠	
α ذات الكرسى	٣٧,٧	٠٠	١٦+	٥٦	٢,٢٠	K0II-III	١٨	الصدر
β ذات الكرسى	٦,٥	٠٠	٥٢+	٥٨	٢,٢٦	F2 IV	١٤	
γ ذات الكرسى	٥٣,٧	٠٠	٢٧+	٦٠	٣,٠-١,٦	B0e IV	٤٠	مزدوج بصرى ٢" [IV]
δ ذات الكرسى	٢٢,٥	١	٥٩+	٥٩	٢,٦٩	A5 V	٣١	
α السلياق	٣٥,٢	١٨	٤٤+	٣٨	٠,٠٣	A0 V	٨	النسر الواقع
α الشجاع	٢٥,١	٩	٢٦-	٨	٢,٠٥	K4 III	٣٥	الفرض
γ الشجاع	١٦,٢	١٣	٥٤-	٢٢	٢,٩٨	G8 III	٤٠	
α العذراء	٢٢,٦	١٣	٥٤-	١٠	٠,٩٧	BI V	٦٥	السنبلة ، مزدوج طيفى
γ العذراء	٣٩,١	١٢	١١-	١	٢,٧٣	F0 V	١١	مزدوج بصرى ٥"
ε العذراء	٥٩,٧	١٢	١٤+	١١	٢,٨٤	G8 III	٢٩	
α العقاب	٤٨,٣	١٩	٤٤+	٨	٠,٧٧	A7 IV-V	٥	الطائر
γ العقاب	٤٣,٩	١٩	٢٩+	١٠	٢,٧١	K3 II	٥٥	
α العقرب	٢٦,٣	١٦	١٩-	٢٦	١,٨-٠,٩	M1 Ib	١٣٠	قلب العقرب ، متغير [IV]
β العقرب	٢,٥	١٦	٤٠-	١٩	٢,٥٧	B0.5 V	٢٠٠	ثلاثى مزدوج بصرى ٨"، مزدوج طيفى
δ العقرب	٥٧,٤	١٥	٢٩-	٢٢	٢,٣٢	B0 V	١٨٠	
ε العقرب	٤٦,٩	١٦	١٢-	٣٤	٢,٢٩	K2III-IV	٢٢	
ι العقرب	٣٢,٨	١٦	٧-	٢٨	٢,٨٢	B0 V	١١٠	
κ العقرب	٣٩,٠	١٧	٠٠-	٣٩	٢,٣٩	B2 IV	١٤٠	

II - نجوم ألمع من القدر الظاهري الثالث وتقع الى الشمال من الميل - ٤٠°

النجم	الاحداثيات (١٩٥٠) المطلع المستقيم		الميل		m_V اللمعان الظاهري	SP النوع الطيفي ونوع قوة الاشعاع	d المسافة بارسك	أسماء أخرى أو ملاحظات
	س	ق	'	°	ق			
λ العقرب	١٧	٣٠,٢	-٤	٣٧	١,٦٠	B1 V	٩٠	مزدوج طيفى
π العقرب	١٥	٥٥,٨	-٥٨	٢٥	٢,٩٢	B1 V	١٧٠	
σ العقرب	١٦	١٨,١	-٢٨	٢٥	٢,٩-٢,٨	B1 III	١٩٠	متغير ، [IV]
υ العقرب	١٧	٢٧,٤	-١٥	٣٧	٢,٧٠	B3 Ib	١٠٠	
α العناز	٥	١٣,٠	+٥٧	٤٥	٠,٠٩	G1 III	١٤	العيوق ، مزدوج طيفى
β العناز	٥	٥٥,٩	+٥٧	٤٤	٢,٠-١,٩	A2 V	٢٦	مزدوج طيفى متغير [IV]
θ العناز	٥	٥٦,٣	+١٣	٣٧	٢,٦٣	B9.5p V	٣٥	مزدوج بصرى ٣"
ι العناز	٤	٥٣,٧	+٥	٣٣	٢,٦٧	K3 II	٥٠	
α العواء	١٤	١٣,٤	+٢٧	١٩	-٠,٠٥	K1 III	١١	السماك الرامح
ε العواء	١٤	٤٢,٨	+١٧	٢٧	٢,٣٩	K1+A0	٤٠	مزدوج بصرى ٣"
η العواء	١٣	٥٢,٣	+٣٩	١٨	٢,٦٨	G0 IV	١٠	مزدوج طيفى
β الغراب	١٢	٣١,٨	-٧	٢٣	٢,٦٤	G5 III	٣٧	
γ الغراب	١٢	١٣,٢	-١٦	١٧	٢,٥٨	B8 III	١٠٠	
δ الغراب	١٢	٢٧,٣	-١٤	١٦	٢,٩٤	B9.5 V	٤٢	
α الفرس الأعظم	٢٣	٢,٣	+٥٦	١٤	٢,٤٩	B9.5 III	٣٢	المرقب
β الفرس الأعظم	٢٣	١,٣	+٤٩	٢٧	٣,٠-٢,١	M2II-III	٦٠	قطعة الفرس ، متغير [IV]
γ الفرس الأعظم	٠٠	١٠,٧	+٥٤	١٤	٢,٨٦	B2 IV	١٤٠	
ε الفرس الأعظم	٢١	٤١,٧	+٣٩	٩	٢,٣٨	K2 Ib	٢٥٠	مزدوج بصرى ٨٢"
η الفرس الأعظم	٢٢	٤٠,٧	+٥٨	٢٩	٢,٩٥	G8 II+F0	٧٠	مزدوج طيفى
α فرساوس (برشاش)	٣	٢,٧	+٤١	٤٩	١,٨٠	F5 Ib	١٥٠	المرفق
β فرساوس (برشاش)	٣	٤,٩	+٤٦	٤٠	٣,٥-٢,١	B8 V	٣١	الغول ، متغير ، [IV]
ε فرساوس (برشاش)	٣	٥٤,٥	+٥٢	٣٩	٢,٨٩	B0.5 V	٢٠٠	مزدوج بصرى ٩"
ζ فرساوس (برشاش)	٣	٥١,٠	+٤٤	٣١	٢,٨٦	B1 Ib	١٢٥	مزدوج بصرى ١٣"
θ قنطورس	١٤	٣,٧	-٧	٣٦	٢,٠٧	K0 III-IV	١٧	
ι قنطورس	١٣	١٧,٨	-٢٧	٣٦	٢,٧٣	A2 V	٢٠	
δ القوس	١٨	١٧,٨	-٥١	٢٩	٢,٦٩	K2 III	٣٠	
ε القوس	١٨	٢٠,٩	-٢٥	٣٤	١,٨١	B9 IV	٥٠	القوس الجنوبى
ζ القوس	١٨	٥٩,٤	-٥٧	٢٩	٢,٥٧	A2 IV	٤٠	مزدوج بصرى ٥"، ٠
λ القوس	١٨	٢٤,٩	-٢٧	٢٥	٢,٨٢	K2 III	٢٨	
π القوس	١٩	٦,٨	-٦	٢١	٢,٨٧	F2 II-III	٥٣	
σ القوس	١٨	٥٢,٢	-٢٢	٢٦	٢,٠٩	B2 V	٨٠	
α قيطس	٢	٥٩,٧	+٥٤	٣	٢,٥٣	M2 III	٥٠	
β قيطس	٠٠	٤١,١	-١٦	١٨	٢,٠٤	K0 III	١٨	
ο قيطس	٢	١٦,٨	-١٢	٣	١٠-٢	M6e III	٤٠	الأعجوبة ، متغير [IV]
α قيفاوس	٢١	١٧,٤	+٢٢	٦٢	٢,٤٣	A7 IV-V	١٥	الذراع اليمين
α الكلب الأصفر	٧	٣٦,٧	+٢١	٥	٠,٣٦	F5 IV-V	٣,٥	الشعرى الشاميه ، متغير ، مزدوج ٤"
β الكلب الأصفر	٧	٢٤,٤	+٢٣	٨	٢,٩٠	B7 V	٤٢	

II ـ نجوم ألمع من القدر الظاهرى الثالث وتقع الى الشمال من الميل – ٤٠°

النجم	الاحداثيات (١٩٥٠) المطلع المستقيم		الميل		m_V اللمعان الظاهرى	SP النوع الطيفى ونوع قوة الاشعاع	d المسافة بارسك	أسماء أخرى أو ملاحظات
	ق	س	'	°	ق			
α الكلب الأكبر	٤٢,٩	٦	٣٩-	١٦	١,٤٤-	A1 V	٢,٧	الشعرى اليمانية ، مزدوج بصرى ٧,٥″
β الكلب الأكبر	٢٠,٥	٦	٥٦-	١٧	١,٩٦	B1 II-III	٢٠٠	ثلاثى طيفى
δ الكلب الأكبر	٦,٤	٧	١٩-	٢٦	١,٨٥	F8 Ia	٦٠٠	
ع الكلب الأكبر	٥٦,٧	٦	٥٤-	٢٨	١,٤٨	B2 II	٢٠٠	مزدوج بصرى ٨″
ح الكلب الأكبر	٢٢,١	٧	١٢-	٢٩	٢,٤٢	B5 Ia	٨٠٠	
α كلاب الصيد	٥٣,٧	١٢	٣٥+	٣٨	٢,٨٤	Ap+F0 V	٤٢	ثلاثى : مزدوج بصرى ٢٠ ومزدوج طيفى .
ع الكوثل	١,٨	٨	٥٢-	٣٩	٢,٢٣	O5	٨٠٠	
π الكوثل	١٥,٤	٧	٠٠-	٣٧	٢,٧٠	K5 III	٢٥٠	
ρ الكوثل	٥,٤	٨	١٠-	٢٤	٢,٨٢	F6 II	٥٥	
α المرأة المسلسلة	٥,٨	٠٠	٤٩+	٢٨	٢,٠٧	B9p III	٣١	الفيراتز ، مزدوج طيفى
β المرأة المسلسلة	٦,٩	١	٢١+	٣٥	٢,٠٧	M0 III	٢٤	الرشاء
γ المرأة المسلسلة	٠,٨	٢	٥+	٤٢	٢,١٦	K3 II-III	٨٠	العناق ، مزدوج ، [III]
α الميزان	٤٨,١	١٤	٥٠-	١٥	٢,٧٤	Am	١٩	مزدوج ضوئى ٣,٥′
β الميزان	١٤,٣	١٥	١٢-	٩	٢,٦١	B8 V	٧٠	
β النهر	٥,٤	٥	٩-	٥	٢,٧٨	A3 III	٢٥	

يلاحظ فى هذا الجدول أن النجوم قد أدرجت حسب الترتيب الأبجدى لكوكباتها وبروجها . وما يوجد بعد المزدوج من أرقام يدل على المسافة بين نجمين . أما ما يوجد فى الأقواس المربعة فى عمود الملاحظات فيدل على رقم الجدول الذى يأتى فيه ذكر هذا النجم أيضاً .

III – بعض النجوم المزدوجة اللامعة

النجم		الأحداثيات (١٩٥٠) المطلع المستقيم س د	الميل ° ′	اللمعان الظاهرى البصرى بالقدر	الأنواع الطيفية	زاوية الوضع بالدرجة	المسافة الزاوية بالثانية ″	ملاحظات
η ذات الكرسى		٠٠ ٤٦,١	٥٧ ٣٣ +	٧,٢ ٣,٤	K5 G0	٢٩٣	١١,٩٩	زمن الدورة = ٤٨٠ سنة
γ الحمل		١ ٥٠,٨	١٩ ٠٣ +	٤,٨ ٤,٨	A0p A0p	صفر	٧,٩١	
λ الحمل		١ ٥٥,١	٢٣ ٢١ +	٧,٤ ٤,٩	G0 A5	٤٦	٣٧,٢٤	
γ المرأة المسلسلة	A-BC	٢ ٠,٨	٤٢ ٥ +	٥,١ ٢,٢	K3	٦٤	٩,٩٥	BC : مزدوج بصرى ٠,٠٣ زمن الدورة = ٦١,١ سنة
W النهر		٣ ٥١,٨	٣ ٦ -	٦,٣ ٥,٠	A2 G5	٣٤	٦,٨٤	
σσ النهر		٤ ٤١,٢	٨ ٥٣ -	٦,٨ ٦,٧	F5 F5	٣١٨	٩,٢٨	
ω العناز		٤ ٥٥,٩	٣٧ ٤٩ +	٨,٠ ٥,٠	A0	٣٥٩	٥,٣٤	
β الجبار	A-B	٥ ١٢,١	٨ ١٥ -	٠,١١ ٧,٠	B8 B9	٢٠٦	٩,٢	B : مزدوج طيفى ، زمن الدورة = ٩,٨٦ يوم
δ الجبار	A-B	٥ ٢٩,٤	٠ ٢٠ -	٢,٢ ٦,٩	O9 O9	صفر	٥٢,٧٦	A : مزدوج طيفى ، زمن الدورة = ٥,٧٣ يوم
λ الجبار		٥ ٣٢,٤	٩ ٥٤ +	٥,٦ ٣,٧	Oe5 Oe5	٤٤	٤,٣٨	
ϑ الجبار	A-B	٥ ٣٢,٨	٥ ٢٥ -	٨,٠ ٦,٨	B5p B5p	٣٢	٨,٧٣	B طيفى وفوتوغراف بزمن دورة = ٦,٦ يوم
	A-C	٥ ٣٢,٨	٥ ٢٥ -	٥,٤ ٦,٨	Oe5 B5p	٢٤٠	١٣,٦٠	
	A-D	٥ ٣٢,٨	٥ ٢٥-	٦,٩ ٦,٨	B5p	٩٦	٢١,٤٦	
σ الجبار	AB-D	٥ ٣٦,٢	٢ ٣٨ -	٧,٢ ٣,٨		٣٤	١٢,٩٢	AB بصرى ٠,٠٣
	AB-EA	٥ ٣٦,٢	٢ ٣٨ -	٦,٥ ٣,٨		٦١	٤١,٥٣	
β وحيد القرن	A-B	٦ ٢٦,٤	٧ ٠٠ -	٥,٢ ٤,٧	B2e B2e	١٣٢	٧,٢٧	
	B-C	٦ ٢٦,٤	٧ ٠٠ -	٥,٦ ٥,٢	B2e	١٠٧	٢,٨٢	
α التوأمين	A-B	٧ ٣١,٤	٣٢ ٠٠ +	٢,٩ ١,٦	A1 A1	١٧٥	٢,٣٧	زمن الدورة = ١١ سنة ؛ Aطيفى زمن الدورة = ٩,٢١ يوم ؛ Bطيفى زمن دورته ٢,٩٣ يوم
	A-C	٧ ٣١,٤	٣٢ ٠٠ +	٩,٥ ١,٦	K6 A1	١٦٣	٧٢,٥٠	C طيفى فوتوغراف بزمن دورة قدرها ٠,٨١ يوم
ι السرطان		٨ ٤٣,٧	٢٨ ٥٧ +	٦,٦ ٤,٢	A5 G5	٣٠٧	٣٠,٤٤	
α الأسد	AB-C	١٠ ٥,٧	١٢ ١٣ +	٧,٦ ١,٣٤	B7	٣٠٧	١٧٦,٥	BC بصرى ٢,٧″
γ الأسد		١٠ ١٧,٢	٢٠ ٦ +	٣,٨ ٢,٠	K0 K0	١٢٢	٤,٣١	زمن الدورة = ٦٧٢ سنة
54 الأسد		١٠ ٥٢,٩	٢٥ ١ +	٦,٣ ٤,٥	A0 A0	١١٠	٦,٥٢	
γ العذراء		١٢ ٣٩,١	١ ١١ -	٣,٧ ٣,٧	F0 F0	٣١٠	٥,١٩	زمن الدورة = ١٧٢ سنة
ζ الدب الأكبر	A-B	١٣ ٢١,٩	٥٥ ١١ +	٤,٠ ٢,١	A2 A2	١٥١	١٤,٤٧	A : طيفى بزمن دورة= ٢٠,٥٣ يوم
χ^2 العواء		١٤ ١١,٧	٥٢ ١ +	٦,٦ ٤,٦	A5 A5	٢٣٥	١٣,٤٢	
π العواء		١٤ ٣٨,٤	١٦ ٣٨ +	٥,٨ ٤,٩	A0 A0	١٠٨	٥,٦٧	
ξ العواء		١٤ ٤٩,١	١٩ ١٨ +	٦,٧ ٤,٧	K5 G8	٣٥٠	٤,٨٨	زمن الدورة = ١٥٠ سنة
δ الثعبان		١٥ ٣٢,٤	١٠ ٤٢ +	٥,٢ ٤,٢	F0 F0	١٨٠	٣,٩١	
ζ الإكليل الشمالى	A-B	١٥ ٣٧,٥	٣٦ ٤٨ +	٦,٠ ٥,١	B8 B8	٣٠٤	٦,٣٠	A : طيفى بزمن دورة= ١٢,٦ يوم
ξ العقرب	AB-C	١٦ ١,٦	١١ ١٤ -	٧,٢ ٤,٢	G7	٥٤	٧,٧٨	AB : بصرى ٠,٤٤″ وزمن دورته ٤٥,٦٩ سنة

III - بعض النجوم المزدوجة اللامعة

النجم		الاحداثيات (١٩٥٠) الطلع المستقيم س د	الميل ° ′	اللمعان الظاهرى البصرى بالقدر	الأنواع الطيفية	زاوية الوضع الدرجة	المسافة الزاوية بالثانية ″	ملاحظات
ν العقرب	A-B	١٦ ٩,١	-٢٠ ١٩	٤,٣ ٦,٤	B3	١	١,١٤	
	A-C	١٦ ٩,١	-٢٠ ١٩	٤,٣ ٦,٥	B3 A	٣٣٦	٤١,٣٨	
	C-D	١٦ ٩,١	-٢٠ ١٩	٦,٥ ٧,٨	A	٥٠	١,٨٨	
ρ الحوية		١٦ ٢٢,٦	-٢٠ ٢٣	٥,٢ ٥,٩	B5 B5	٣٤٥	٣,٦٥	
α الجاثى	A-B	١٧ ١٢,٤	+٢٧ ١٤	(٣,٥) ٥,٤	M F8	١٠٨	٤,٧١	A متغير ؛ B طيفى زمن دورته ٥١,٦ يوما .
o الحوية		١٧ ١٥,٠	-١٤ ٢٤	٥,٤ ٦,٩	K0 F5	٣٥٥	١١,٠٢	
ρ الجاثى		١٧ ٢٢,٠	+١١ ٣٧	٤,٥ ٥,٥	A0 A0	٣١٦	٤,٠٢	
ν¹ν² التنين		١٧ ٣١,٢	+١٣ ٥٥	٤,٩ ٤,٩	A5 A5	٣١١	٦٢,٠٠	
90 الجاثى		١٧ ٥٩,٤	+٣٦ ٢١	٥,١ ٥,٢	A3 G5	٢٥٨	٦,٣٤	
ε¹ السلياق	A-B	١٨ ٤٢,١	+٣٧ ٣٩	٥,١ ٦,٠	A3 A3	١	٢,٨٠	زمن الدورة = ١١٦٦ سنة
ε² السلياق	C-D	١٨ ٤٢,٧	+٣٤ ٣٩	٥,١ ٥,٣	A5 A5	١٠٣	٢,٢٤	زمن الدورة = ٥٨٥ سنة CD-AB : بصرى ٢٠٧″
β السلياق	A-B	١٨ ٤٨,٢	+١٨ ٣٣	٣,٤ ٧,٠	B8 B7	١٤٩	٤٥,٧٨	A : فوتوغرافى زمن الدورة = ١٢,٩ يوم
β الدجاجة		١٩ ٢٨,٧	+٥٢ ٢٧	٣,٢ ٥,٣	K0 B9	٥٤	٣٤,٣٢	
γ الدلفين		٢٠ ٤٤,٣	+٥٧ ١٥	٤,٥ ٥,٥	G5 F8	٢٦٨	١٠,٠٣	
ξ قيفاوس		٢٢ ٢,٣	+٢٣ ٦٤	٤,٦ ٦,٦	A3 G	٢٧٨	٧,٥٢	
δ قيفاوس		٢٢ ٢٧,٣	+١٠ ٥٨	٣,٨ ٧,٥	G0 A0	١٩٢	٤١,١٥	A : متغير .

من العمود الأول يتضح ما إذا كان النجم حقيقة مزدوج أو يحتوى على أكثر من نجمين . ففى النجم الذى يحتوى أكثر من زوج أعطيت نجومه أزواجا ؛ فمثلا تدل التسمية γ المرأة المسلسلة A - BC على نجم ثلاثى بصرى مركبتيه B ، C لا يمكن فصلهما بالمناظير الصغيرة . فى مثل هذه الحالات تدل كل من زاوية الوضع واللمعان والمسافة الزاوية على مقاديرها بالنسبة لهذه النجوم الغير منفصلة فى المنظار . أما إذا أمكن تمييز مركبات كثيرة من نجم عديد النجوم ذلك بمنظار مثل ما هو الحال بالنسبة للنجم الجبار فإن أزواج النجوم تميز بالمركبات التى تنتمى إليها المعلومات المعطاه تدل كل من زاوية الوضع والمسافة الزاوية على قيمة كل منها للنجم الأخفت بالنسبة للألمع . وفى العمود الأخير تم إيضاح نوع المزدوج وأعطيت فترة دورانه أحيانا والزاوية بين النجمين فى حالة المزدوجات البصرية .

IV ـ بعض المتغيرات من النجوم اللامعة

النجم	الأحداث (١٩٥٠) المطلع المستقيم ق	س	الميل '	°	اللمعان الأعلى	الأدنى	طول الدورة بالأيام	النوع	الحقبة
R الأسد	٤٤,٩	٩	+٤٠	١١	٥,٤	١٠,٥ ب	٣١٢,٦	الأعجوبة	٢٠ ابريل ١٩٧١
α الاكليل الشمالي	٣٢,٦	١٥	+٥٣	٢٦	٢,٢	٢,٣ ف	١٧,٣٦٠	الغول	
ζ التوأمين	١,١	٧	+٣٩	٢٠	٤,٤	٥,٢ ف	١٠,١٥٢	δ قيفاوى	
η التوأمين	١١,٩	٦	+٣١	٢٢	٣,١	٣,٩ ب	—	نصف منتظمة	
BU الثور	٤٦,٢	٣	+٥٩	٢٣	٥,٠	٥,٥ ف	—	غير منتظم	
λ الثور	٥٧,٩	٣	+٢١	١٢	٣,٥	٤,٠ ف	٣,٩٥٣	الغول	٢٤,٠٢ نوفمبر ١٩٧١
α الجاثى	١٢,٨	١٧	+٢٧	١٤	٣,٠	٤,٠ ب	—	نصف منتظم	
μ الجاثى	١٥,٥	١٧	×٩	٣٣	٤,٦	٥,٢ ف	٢,٠٥١	β السلياق	٣,٩٢ يوليو ١٩٧١
VV الجبار	٣١,٠	٥	-١١	١	٥,١	٥,٥ ف	١,٤٨٥	β السلياق	
α الجبار	٥٢,٥	٥	+٢٤	٧	٠,٤	١,٣ ب	٢٠٧٠	نصف منتظم	
TV الحوت	٢٥,٤	٠٠	+٣٧	١٧	٤,٦	٥,٢ ب	٤٩	نصف منتظم	
χ الحويه	٢٤,١	١٦	-٢١	١٨	٤,٤	٥,٠ ب	—	شبيهة بالنوفا	
α الدب الأصغر	٤٨,٨	١	+٠٢	٨٩	٢,١	٢,٣ ف	٣,٩٧٠	W العذراء	
T الدجاجة	٤٥,٢	٢٠	+١١	٣٤	٥,٠	٥,٥ ب	—	غير منتظم	
o² الدجاجة	١٣,٩	٢٠	+٣٤	٤٧	٥,٣	٥,٦ ف	١١٤٨	الغول	٧ نوفمبر ١٩٧١
χ الدجاجة	٤٨,٦	١٩	+٤٧	٣٢	٣,٣	١٤,٢ ب	٤٠٦,٩	الأعجوبة	٦ ديسمبر ١٩٧١
δ الدرع	٣٩,٥	١٨	-٦	٩	٤,٩	٥,٢ ف	٠,١٩٤	δ الدرع	
R ذات الكرسى	٥٥,٩	٢٣	+٧	٥١	٥,٥	١٣,٠ ب	٤٣١,٢	الأعجوبة	١١ نوفمبر ١٩٦٨
γ ذات الكرسى	٥٣,٩	٠٠	+٢٧	٦٠	١,٦	٣,٠ ب	—	غير منتظم	
ρ ذات الكرسى	٥١,٩	٢٣	+١٣	٥٧	٤,١	٦,٢ ب	—	R الاكليل الشمالي	
AR ذات الكرسى	٢٧,٧	٢٣	+١٦	٥٨	٤,٧	٤,٨ ف	٦,٠٦٧	الغول	
VZ الزرافة	٢٠,٧	٧	+٣١	٨٢	٤,٨	٥,٢ ب	—	نصف منتظم	
RT العناز	٢٥,٤	٦	+٣٢	٣٠	٥,٤	٦,٥ ف	٣,٧٢٨	δ قيفاوى	
AE العناز	١٣,٠	٥	+١٥	٣٤	٥,٤	٦,١ ب	—	RW العناز	
β العناز	٥٥,٩	٥	+٥٧	٤٤	١,٩	٢,٠ ف	٣,٩٦٠	الغول	
ε العناز	٥٨,٤	٤	+٤٥	٤٣	٣,٣	٤,٦ ف	٩٨٩٨	الغول	٥ يونيو ١٩٨٣
ζ العناز	٤٩,٠	٤	+٠٠	٤١	٥,٠	٥,٧ ف	٩٧٢,٢	الغول	١٨ ديسمبر ١٩٧١
η العقاب	٤٩,٩	١٩	+٥٣	٠٠	٤,١	٥,٣ ف	٧,١٧٧	δ قيفاوى	
α العقرب	٢٦,٣	١٦	-١٩	٢٦	٠,٩	١,٨ ب	—	نصف متغير	
μ العقرب	٤٨,٥	١٦	-٥٨	٣٧	٣,٠	٣,٣ ب	١,٤٤٠	β السلياق	
σ العقرب	١٨,١	١٦	-٢٨	٢٥	٢,٨	٢,٩ ف	٠,٢٤٧	β الكلب الأكبر	
β الفرس الأعظم	١,٣	٢٣	+٤٩	٢٧	٢,١	٣,٠ ب	—	غير منتظم	
β فرساوس	٤,٩	٣	+٤٦	٤٠	٢,٢	٣,٥ ب	٢,٨٦٧	الغول	٢١,٩٦ نوفمبر ١٩٧١
ρ فرساوس	٢,٠	٣	+٣٩	٣٨	٣,٣	٤,٠ ب	٣٣-٥٥	نصف منتظم	
R القلاص	٢٧,٠	١٣	-١	٢٣	٤,٠	١٠,٠ ب	٣٨٦,٢	الأعجوبة	منتصف فبراير ١٩٦٢
U القلاص	٣٥,١	١٠	-٧	١٣	٤,٨	٥,٨ ب	—	غير منتظم	
μ القوس	١٠,٨	١٨	-٤	٢١	٣,٨	٣,٩ ب	١٨٠,٤٥	الغول	
W القوس	١,٨	١٨	-٣٥	٢٩	٤,٧	٥,٩ ف	٧,٥٩٥	δ قيفاوى	
X القوس	٤٤,٤	١٧	-٤٩	٢٧	٤,٨	٥,٨ ف	٧,٠١٢	δ قيفاوى	
O قيطس	١٦,٨	٢	-١٢	٣	٢,٠	١٠,١ ب	٣٣١,٦	الأعجوبه	٢٠ يونيو ١٩٧١
T قيفاوس	٨,٩	٢١	+١٧	٦٨	٥,٤	١١,٠ ب	٣٨٩,٢٧	الأعجوبه	١ أبريل ١٩٧١

IV ـ بعض المتغيرات من النجوم اللامعة

النجم	الأحداث (١٩٥٠) المطلع المستقيم		الميل		اللمعان		اطول الدورة بالأيام	النوع	الحقبة
	ﺩ	ﺱ		°	الأعلى	الأدنى			
δ قيفاوس	٢٧,٣	٢٢	+١٠	٥٨	٤,١	٥,٢ ف	٥,٣٦٦	قيفاوى	
μ قيفاوس	٤٢,٠	٢١	+٣٣	٥٨	٣,٦	٥,١ ب	–	نصف منتظم	
WU الكلب الأكبر	١٦,٦	٧	-٢٨	٢٤	٤,٥	٤,٨ ف	٤,٣٩٣	السلياق	
λ المرأه المسلسلة	٣٥,١	٢٣	+١١	٤٦	٤,٩	٥,٧ ف	–	نصف منتظم	
δ الميزان	٥٨,٣	١٤	-١٩	٨	٤,٨	٥,٩ ف	٢,٣٢٧	الغول	٢٤,٩٧ مايو ١٩٧١
ν النهر	٣٣,٨	٤	-٢٧	٣	٣,٤	٣,٦ ف	,١٧٣٥.	الكلب الأكبر	
S وحيد القرن	٣٨,٢	٦	+٥٧	٩	٤,٢	٤,٦ ف	–	غير منتظم	–

ويلاحظ أن اللمعان منسوب إلى أعلى قمه وأوطى قاع . تدل ب على لمان بصرى بينما ف على لمان فوتوغرافى . فى عمود النوع تم إعطاء نوع النجوم المتغيره الذى ينتمى إليه النجم . وفى عمود الحقبه تم إعطاء إحدى أزمنة اللمعان الأعلى أما فى حالة المتغيرات الكسوفية(β السلياق ، والغول) فقد أعطى زمن من أزمنة أدنى لمعان . ومن أيها يمكن رسم المنحنى الضوئى بمساعدة زمن الدوره .

٧ـ بعض المجموعات النجومية (المجرات) والحشود النجومية والسدم اللامعة

رقم التصنيف في NGC	M	الاحداثيات (١٩٥٠) المطلع المستقيم د	س	الميل ′	°	النوع	m_v بالقدر	القطر ′	الكوكبة ، واسم الجسم
٢٢٤	٣١	٤٠,٠	٠٠	+٠٠	٤١	Ss	٤,٥	٢٥×١٠٠	المرأة المسلسله ، سديم المرأة المسلسله
٢٥٣		٤٥,١	٠٠	-٣٤	٢٥	Ss	٧	٢٢×٦	مسطرة النقاش
٥٨١	١٠٣	٢٩,٩	١	+٢٧	٦٠	Os	٧,٥	٥	ذات الكرسى
٥٩٨	٣٣	٣١,١	١	+٢٤	٣٠	Ss	٧	٢٥	المثلث ، سدع المثلث
٧٥٢		٥٤,٧	١	+٢٥	٣٧	Os	٦	٤٥	المرأه المسلسله
٨٦٩		١٥,٥	٢	+٥٥	٥٦	Os	٤,٥	٢٥	فرساوس ، ٦ فرساوس
٨٨٤		١٨,٩	٢	+٥٣	٥٦	Os	٥	٢٥	فرساوس ، h فرساوس
١٠٣٩	٣٤	٣٨,٨	٢	+٣٤	٤٢	Os	٥,٥	٢٥	فرساوس
	٤٥	٤٣,٩	٣	+٥٨	٢٣	Os	١	١٠٠	الثور ، الثريا
١٩١٢	٣٨	٢٥,٣	٥	+٤٨	٣٥	Os	٧,٥	٢٠	العناز
١٩٥٢	١	٣١,٥	٥	+٥٩	٢١	P	٨	٣×٥	الثور ، سديم أبو جلمبو
١٩٦٠	٣٦	٣٢,٠	٥	+٧	٣٤	Os	٦,٥	١٠	العناز
١٩٧٦	٤٢	٣٢,٩	٥	-٢٥	٥	D	٣	٥٠	الجبار ، سديم الجبار الكبير .
٢٠٩٩	٣٧	٤٩,٠	٥	+٣٣	٣٢	Os	٦,٥	٢٠	العناز
٢١٦٨	٣٥	٥,٧	٦	+٢٠	٢٤	Os	٥,٥	٤٠	التوأمان
٢٢٤٤		٢٩,٧	٦	+٥٤	٤	Os	٦	٢٠	وحيد القرن
٢٢٨٧	٤١	٤٤,٩	٦	-٤٢	٢٠	Os	٥	٣٠	الكلب الأكبر
٢٣٠١		٤٩,٢	٦	+٣١	٠٠	Os	٦	١٥	وحيد القرن
٢٣٢٣	٥٠	٠,٥	٧	-١٦	٨	Os	٦,٥	١٥	وحيد القرن
٢٤٢٢		٣٤,٣	٧	-٢٢	١٤	Os	٤,٥	٢٠	الكوثل
٢٤٣٧	٤٦	٣٩,٦	٧	-٤٢	١٤	Os	٦	٢٠	الكوثل
٢٤٤٧	٩٣	٤٢,٤	٧	-٤٥	٢٣	Os	٦	١٠	الكوثل
٢٥٤٨		١١,٢	٨	-٣٨	٥	Os	٥,٥	٣٠	القلاص
٢٦٣٢	٤٤	٣٧,٥	٨	+٥٢	١٩	Os	٤	٦٥	السرطان ، المعلف
٢٦٨٢	٦٧	٤٨,٣	٨	+٠٠	١٢	Os	٦	١٢	السرطان
٣٠٣١	٨١	٥١,٥	٩	+١٨	٦٩	Ss	٨,٠	٤×٦	الدب الأكبر
٣٠٣٤	٨٢	٥١,٩	٩	+٥٦	٦٩	Ss	٩	٧×١٥	الدب الأكبر
٣٢٤٢		٢٢,٤	١٠	-٢٣	١٨	P	٧	٠,٥	القلاص
٤٧٣٦	٩٤	٤٨,٦	١٢	+٢٣	٤١	Ss	٨	٣×٥	كلاب الصيد
٥٠٢٤	٥٣	١٠,٥	١٣	+٢٦	١٨	Ks	٧,٥	٥	شعر برنيقه
٥١٩٤	٥١	٢٧,٨	١٣	+٢٧	٤٧	Ss	٨	١٤	كلاب الصيد ، سديم كلاب الصيد
٥٢٧٢	٣	٣٩,٩	١٣	+٣٨	٢٨	Ks	٦,٥	٦	كلاب الصد
٥٩٠٤	٥	١٦,٠	١٥	+١٦	٢	Ks	٦,٥	٩	الثعبان
٦٠٩٣	٨٠	١٤,١	١٦	-٥٢	٢٢	Ks	٧,٥	٣,٥	العقرب
٦١٢١	٤	٢٠,٦	١٦	-٢٤	٢٦	Ks	٦,٥	١٠	العقرب
٦٢٠٥	١٣	٣٩,٩	١٦	+٣٣	٣٦	Ks	٦	١٠	الجاثى
٦٢١٨	١٢	٤٤,٦	١٦	-٥٢	١	Ks	٦,٥	٩	الحويه
٦٢٥٤	١٠	٥٤,٥	١٦	-٢	٤	Ks	٦,٥	٨	الحويه
٦٢٦٦	٦٢	٥٨,١	١٦	-٣	٣٠	Ks	٧	٥	الحويه
٦٢٧٣	١٩	٥٩,٥	١٦	-١١	٢٦	Ks	٦,٥	٤	الحويه
٦٣٤١	٩٢	١٥,٦	١٧	+١٢	٤٣	Ks	٦	٨	الجاثى
I ٤٦٦٥		٤٣,٨	١٧	+٤٤	٥	Os	٥,٥	٤٠	الحويه

V ـ بعض المجموعات النجومية (المجرات) والحشود النجومية والسدم اللامعة

رقم التصنيف في NGC	M	الاحداثيات (١٩٥٠) المطلع المستقيم ع	ق	الميل ′	°	النوع	m_v بالقدر	القطر	الكوكبة ، واسم الجسم
٦٤٩٤	٢٣	١٧	٥٤,٠	-١	١٩	Os	٦,٥	٢٠	القوس
٦٥١٤	٢٠	١٧	٥٨,٩	-٢	٢٣	D	٦,٥	٢٠	القوس ، سديم التريفيد
٦٥٢٣	٨	١٨	١,٦	-٢٠	٢٤	D	٥,٥	٣٥×٥٠	القوس
٦٥٣٠		١٨	١,٦	-٢٠	٢٤	Os	٥,٥	١٠	القوس
٦٥٣١	٢١	١٨	١,٨	-٣٠	٢٢	Os	٦,٥	١٠	القوس
٦٥٤٣		١٧	٥٨,٨	+٣٨	٦٦	P	٨	٠,٣	التنين ، عند قطب البروج
٦٦٠٣	٢٤	١٨	١٥,٥	-٢٧	١٨	Os	٥,٥	٤	القوس
٦٦١١	١٦	١٨	١٦,٠	-٤٨	١٣	Os	٦	١٠	الثعبان
٦٦١٨	١٧	١٨	١٨,٠	-١٢	١٦	D	٦,٥	٣×٩	القوس ، سديم أوميجا
٦٦٣٣		١٨	٢٥,١	+٣٢	٦	Os	٥,٥	٢٠	الحويه
I ٤٧٢٥	٢٥	١٨	٢٨,٨	-١٧	١٩	Os	٥,٥	٢٥	القوس
٦٦٥٦	٢٢	١٨	٣٣,٣	-٥٨	٢٣	Ks	٦	١٠	القوس
٦٧٠٥	١١	١٨	٤٨,٤	-٢٠	٦	Os	٦,٥	١٠	الدرع
٦٧٢٠	٥٧	١٨	٥١,٧	+٥٨	٣٢	P	٩	١	السلياق ، السديم الحلقى
٦٨٥٣	٢٧	١٩	٥٧,٤	+٣٥	٢٢	P	٧	٤×٨	الثعلب ، سديم الهنتل
٦٩٤٠		٢٠	٣٢,٥	+٨	٢٨	Os	٨	٣٠	الثعلب
٧٠٠٠		٢٠	٥٧,٠	+٨	٤٤	D		١١٠	الدجاجه ، سديم أمريكا الشمالية
٧٠٧٨	١٥	٢١	٢٧,٦	+٥٧	١١	Ks	٦	٤	الفرس الأعظم
٧٠٨٩	٢	٢١	٣٠,٩	-٣	١	Ks	٦,٥	٣	الدلو
٧٠٩٢	٣٩	٢١	٣٠,٤	+١٣	٤٨	Os	٥	٢٠	الدجاجه
٧٦٥٤	٥٢	٢٣	٢٢,٠	+٢٠	٦١	Os	٧,٥	١٠	ذات الكرسى

Ss = مجموعه نجوميه ، **Ks** = حشد نجومى كروى ، **Os**حشد نجومى مفتوح ، **P**= سديم كوكبى ، **D** = سديم متشتت ، **mv**= اللمعان الكلى الظاهرى التقريبى . القطر = هو المقاس بالتقريب فى الأرصاد البصرية .

VI ـ مواعيد كسوف الشمس من ١٩٧٠ حتى ١٩٩٠

التاريخ	التوقيت العالمى		نوع الكسوف	مسار نطاق الكلية
	د	س		
٧ مارس ١٩٧٠	٤٣	١٧	كلى	(*) الباسفيك ، المكسيك ، فلوريدا ، الاطلنطى
٣١ أغسطس ١٩٧٠	٠٣	٢٢	حلقى	(*) إيريان (غينيا الجديدة) ، الباسفيكى .
٢٥ فبراير ١٩٧١	٤٩	٩	جزئى	وسط أوربا
٢٢ يوليو ١٩٧١	١٥	٩	جزئى	.لا يرى فى وسط أوربا
٢٠ أغسطس ١٩٧١	٥٤	٢٢	جزئى	
١٦ يناير ١٩٧٢	٥٣	١٠	حلقى	البحر القطبى الشمالى ، الانتاركتس
١٠ يوليو ١٩٧٢	٤٠	١٩	كلى	(*) سخالين ، كمتشاتكا ، ألاسكا ، كندا ، فنلندا الجديدة ، الاطلنطى
٤ يناير ١٩٧٣	٤٣	١٥	حلقى	(*) الباسفيكى ، أمريكا الشمالية ، الأطلنطى
٣٠ يونيو ١٩٧٣	٣٩	١١	كلى	(*) أمريكا الجنوبية ، الأطلنطى ، الصحراء السودان ، أثيوبيا ، المحيط الهندى .
٢٤ ديسمبر ١٩٧٣	٨	١٥	حلقى	(*)الباسفيكى ، أمريكا الجنوبية ، الأطلنطى، الصحراء
٢٠ يونيو ١٩٧٤	٥٦	٤	كلى	المحيط الهندى ، استراليا .
١٣ ديسمبر ١٩٧٤	٢٦	١٦	جزئى	وسط أوروبا
١١ مايو ١٩٧٥	٦	٧	جزئى	وسط أوربا
٣ نوفمبر ١٩٧٥	٥	١٣	جزئى	
٢٩ ابريل ١٩٧٦	٢٠	١٠	حلقى	(*) الأطلنطى ، شمال افريقيا ، البحر المتوسط ، أفغانستان ، التبت .
٢٣ أكتوبر ١٩٧٦	١٠	٥	كلى	(*) شرق افريقيا ، المحيط الهندى ، استراليا ، الباسفيكى
١٨ ابريل ١٩٧٧	٣٧	١٠	حلقى	(*)الاطلنطى ، وسط افريقيا ، المحيط الهندى
١٢ أكتوبر ١٩٧٧	٣١	٢٠	كلى	(*) الباسفيك ، أمريكا الجنوبية
٧ ابريل ١٩٧٨	١٦	١٥	جزئى	
٢ أكتوبر١٩٧٨	٤١	٦	جزئى	
٢٦ فبراير ١٩٧٩	٤٧	١٦	كلى	(*) الباسفيك ، الولايات المتحدة الأمريكية ، كندا جرون لاند ، وسط أوربا .
٢٢ أغسطس ١٩٧٩	١١	١٧	حلقى	جنوب الباسفيك ، قارةالأنتاركتك
١٦ فبراير ١٩٨٠	٥٢	٨	كلى	(*) الأطلطى ، وسط افريقيا ، المحيط الهندى ، الهند ، بورما ، الصين
١٠ أغسطس ١٩٨٠	١١	١٩	حلقى	(*) الباسفيك ، أمريكا الجنوبية .
٤ فبراير ١٩٨١	١٤	٢٢	حلقى	المحيط الهندى ، جنوب الباسفيك .
٣١ يوليو١٩٨١	٥٣	٣	كلى	(*) القوقاز ، بحيرة الارال ، شاشالين ، الباسفيكى

VI ـ مواعيد كسوف الشمس من ١٩٧٠ حتى ١٩٩٠

التاريخ	التوقيت العالمى ه	التوقيت العالمى س	نوع الكسوف	مسار نطاق الكلية
٢٥ يناير ١٩٨٢	٥٧	٤	جزئى	
٢١ يونيو ١٩٨٢	٥٣	١١	جزئى	
٢٠ يوليو ١٩٨٢	٥٦	١٨	جزئى	
١٥ ديسمبر ١٩٨٢	١٩	٩	جزئى	
١١ يونيو ١٩٨٣	٣٨	٤	كلى	(*) المحيط الهندى ، ديافا ، غينيا الجديدة والباسفيكى
٤ ديسمبر ١٩٨٣	٢٦	١٢	حلقى	(*) الأطلنطى ، زائير ، أثيوبيا ، الصومال
٣٠ مايو ١٩٨٤	٤٨	١٦	حلقى ـ كلى	(*) الباسفيكى ، المكسيك ، الولايات المتحدة الامريكية ، الأطلنطى ، الجزائر
٢٢ نوفمبر ١٩٨٤	٥٨	٢٢	كلى	(*) أندونيسيا ، غينيا الجديدة ، جنوب الباسفيك
١٩ مايو ١٩٨٥	٤٢	٢١	جزئى	
١٢ نوفمبر ١٩٨٥	٢٠	١٤	كلى	جنوب الباسفيك
٩ ابريل ١٩٨٦	٨	٦	جزئى	
٣ أكتوبر ١٩٨٦	٥٥	١٨	كلى	(*) أمريكا الشمالية
٢٩ مارس ١٩٨٧	٤٦	١٢	حلقى ـ كلى	(*) الأرجنتين ، الأطلنطى ، أفريقيا ، الصومال
٢٣ سبتمبر ١٩٨٧	٩	٣	حلقى	(*) كازاخستان السوفيتية ، الصين ، الباسيفيك
١٨ مارس ١٩٨٧	٣	٢	كلى	المحيط الهندى.
١١ سبتمبر ١٩٨٨	٥٠	٤	حلقى	(*) المحيط الهندى ، سومطرة ، الفلبيين
٧ مارس ١٩٨٩	١٩	١٨	جزئى	
٣١ أغسطس ١٩٨٩	٤٥	٥	جزئى	
٢٦ يناير ١٩٩٠	٢١	١٩	حلقى	الانتاركت ، جنوب الأطلنطى
٢٢ يوليو ١٩٩٠				(*)فنلندا ، نوايا سمليا ، البحر القطبى ، الباسفيكى

تدل (*) فى عمود مسار الكلية أنه يمكن تتبع هذا المسار على الشكل تحت الكسوف والخسوف

VII ـ مواعيد خسوف القمر من ١٩٧٠ حتى ١٩٩٠

التاريخ	التوقيت العالمى		مدة الخسوف ق		نوع الكسوف والنسبة المئوية المختفية من القمر
	ق	س	المدة الكلية	الكسوف التام	
٢١ فبراير ١٩٧٠	٣١	٨	٥٢		جزئى ، ٥ .
١٧ أغسطس ١٩٧٠	٢٥	٣	١٤٢		جزئى ، ٤٢ .
١٠ فبراير ١٩٧١	٤٢	٧	٢١٤	٧٨	كلى .
٦ أغسطس ١٩٧١	٤٤	١٩	٢٢٤	١٠٢	كلى
٣٠ يناير ١٩٧٢	٥٣	١٠	٢٠٤	٤٢	كلى
٢٦ يوليو ١٩٧٢	١٨	٧	١٦٠		جزئى ، ٥٨
١٠ ديسمبر ١٩٧٣	٤٨	١	٧٢		جزئى ، ١٠
٤ يونيو ١٩٧٤	١٤	٢٢	١٨٦		جزئى ، ٨٣
٢٩ نوفمبر ١٩٧٤	١٦	١٥	٢١٢		كلى
٢٥ مايو ١٩٧٥	٤٦	٥	٢١٨	٩٠	كلى
١٨ نوفمبر ١٩٧٥	٢٤	٢٢	٢٠٤	٤٦	كلى
١٣ مايو ١٩٧٦	٥٠	١٩	٨٦		جزئى ، ١٤ .
٤ أبريل ١٩٧٧	٢١	٤	١٠٢		جزئى ، ٢١ .
٢٤ مارس ١٩٧٨	٢٥	١٦	٢١٨	٩٠	كلى
١٦ سبتمبر ١٩٧٨	٣	١٩	٢١٤	٨٢	كلى
١٣ مارس ١٩٧٩	١٠	٢١	١٨٨		جزئى ، ٨٨ .
٦ سبتمبر ١٩٧٩	٥٤	١٠	٢٠٦	٥٢	كلى
١٧ يوليو ١٩٨١	٤٨	٤	١٦٤		جزئى ، ٥٦ .
٩ يناير ١٩٨٢	٥٦	١٩	٢٠٥		كلى ، ٧٩
٦ يوليو ١٩٨٢	٣٢	٧	٢٣٦		كلى ، ١٠٦
٣٠ ديسمبر ١٩٨٢	٣٠	١١	١٩٧		كلى
٢٥ يونيو ١٩٨٣	٢٤	٨	١٣٥		جزئى ، ٣٤ .
٤ مايو ١٩٨٥	٥٧	١٩	٢٠٠		كلى ، ٦٩
٢٨ أكتوبر ١٩٨٥	٤٣	١٧	٢١٥		كلى ، ٤٥
٢٤ ابريل ١٩٨٦	٤٣	١٢	١٩٩		كلى ، ٦٥ .
١٧ أكتوبر ١٩٨٦	١٩	١٩	٢١٨		كلى ، ٧٤
٣ مارس ١٩٨٨	١٣	١٦	١٥		جزئى ، ٠,٣
٢٧ أغسطس ١٩٨٨	٥	١١	١١٥		جزئى ، ٣٠
٢٠ فبراير ١٩٨٩	٣٦	١١	٢٢٤		كلى ، ٧٩
١٧ أغسطس ١٩٨٩	٩	٣	٢١٥		كلى ، ٩٦
٩ فبراير ١٩٩٠	١٢	١٩	٢٠٥		كلى ، ٤٣ .
٦ أغسطس ١٩٩٠	١٣	١٤	١٧٧		جزئى ، ٦٨

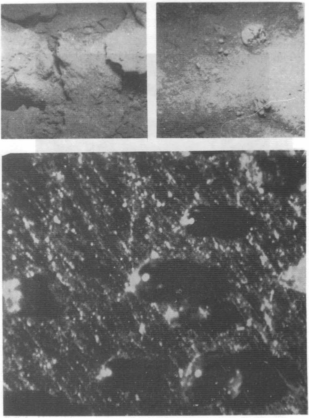
أخذت هذه المعلومات مثل معلومات كسوف الشمس من كتاب « أوبلتزر » .

VIII ـ التـاريخ الجـوليـانى من ١٩٧٠ حتى ١٩٩٩

السنة	يناير	مارس	مايو	يوليو	سبتمبر	نوفمبر
١٩٧٠	٢٤٤٠٥٨٨	٤٠٦٤٧	٤٠٧٠٨	٤٠٧٦٩	٤٠٨٣١	٤٠٨٩٢
١٩٧١	٤٠٩٥٣	٤١٠١٢	٤١٠٧٣	٤١١٣٤	٤١١٩٦	٤١٢٥٧
١٩٧٢	٤١٣١٨	٤١٣٧٨	٤١٤٣٩	٤١٥٠٠	٤١٥٦٢	٤١٦٢٣
١٩٧٣	٤١٦٨٤	٤١٧٤٣	٤١٨٠٤	٤١٨٦٥	٤١٩٢٧	٤١٩٨٨
١٩٧٤	٤٢٠٤٩	٤٢١٠٨	٤٢١٦٩	٤٢٢٣٠	٤٢٢٩٢	٤٢٣٥٣
١٩٧٥	٤٢٤١٤	٤٢٤٧٣	٤٢٥٣٤	٤٢٥٩٥	٤٢٦٥٧	٤٢٧١٨
١٩٧٦	٤٢٧٧٩	٤٢٨٣٩	٤٢٩٠٠	٤٢٩٦١	٤٣٠٢٣	٤٣٠٨٤
١٩٧٧	٤٣١٤٥	٤٣٢٠٤	٤٣٢٦٥	٤٣٣٢٦	٤٣٣٨٨	٤٣٤٤٩
١٩٧٨	٤٣٥١٠	٤٣٥٦٩	٤٣٦٣٠	٤٣٦٩١	٤٣٧٥٣	٤٣٨١٤
١٩٧٩	٤٣٨٧٥	٤٣٩٣٤	٤٣٩٩٥	٤٤٠٥٦	٤٤١١٨	٤٤١٧٩
١٩٨٠	٤٤٢٤٠	٤٤٣٠٠	٤٤٣٦١	٤٤٤٢٢	٤٤٤٨٤	٤٤٥٤٥
١٩٨١	٤٤٦٠٦	٤٤٦٦٥	٤٤٧٢٦	٤٤٧٨٧	٤٤٨٤٩	٤٤٩١٠
١٩٨٢	٤٤٩٧١	٤٥٠٣٠	٤٥٠٩١	٤٥١٥٢	٤٥٢١٤	٤٥٢٧٥
١٩٨٣	٤٥٣٣٦	٤٥٣٩٢	٤٥٤٥٦	٤٥٥١٧	٤٥٥٧٩	٤٥٦٤٠
١٩٨٤	٤٥٧٠١	٤٥٧٦١	٤٥٨٢٢	٤٥٨٨٣	٤٥٩٤٥	٤٦٠٠٦
١٩٨٥	٤٦٠٦٧	٤٦١٢٦	٤٦١٨٧	٤٦٢٤٨	٤٦٣١٠	٤٦٣٧١
١٩٨٦	٤٦٤٣٢	٤٦٤٩١	٤٦٥٥٢	٤٦٦١٣	٤٦٦٧٥	٤٦٧٣٦
١٩٨٧	٤٦٧٩٧	٤٦٨٥٦	٤٦٩١٧	٤٦٩٧٨	٤٧٠٤٠	٤٧١٠١
١٩٨٨	٤٧١٦٢	٤٧٢٢٢	٤٧٢٨٣	٤٧٣٤٤	٤٧٤٠٦	٤٧٤٦٧
١٩٨٩	٤٧٥٢٨	٤٧٥٨٧	٤٧٦٤٨	٤٧٧٠٩	٤٧٧٧١	٤٧٨٣٢
١٩٩٠	٤٧٨٩٣	٤٧٩٥٢	٤٨٠١٣	٤٨٠٧٤	٤٨١٣٦	٤٨١٩٧
١٩٩١	٤٨٢٥٨	٤٨٣١٧	٤٨٣٧٨	٤٨٤٣٩	٤٨٥٠١	٤٨٥٦٢
١٩٩٢	٤٨٦٢٣	٤٨٦٨٣	٤٨٧٤٤	٤٨٨٠٥	٤٨٨٦٧	٤٩٩٢٨
١٩٩٣	٤٨٩٨٩	٤٩٠٤٨	٤٩١٠٩	٤٩١٧٠	٤٩٢٣٢	٤٩٢٩٣
١٩٩٤	٤٩٣٥٤	٤٩٤١٣	٤٩٤٧٤	٤٩٥٣٥	٤٩٥٩٧	٤٩٦٥٨
١٩٩٥	٤٩٧١٩	٤٩٧٧٨	٤٩٨٣٩	٤٩٩٠٠	٤٩٩٦٢	٥٠٠٣٢
١٩٩٦	٥٠٠٨٤	٥٠١٤٤	٥٠٢٠٥	٥٠٢٦٦	٥٠٣٢٨	٥٠٣٨٩
١٩٩٧	٥٠٤٥٠	٥٠٥٠٩	٥٠٥٧٠	٥٠٦٣١	٥٠٦٩٣	٥٠٧٥٤
١٩٩٨	٥٠٨١٥	٥٠٨٧٤	٥٠٩٣٥	٥٠٩٩٦	٥١٠٥٨	٥١١١٩
١٩٩٩	٥١١٨٠	٥١٢٣٩	٥١٣٠٠	٥١٣٦١	٥١٤٢٣	٥١٤٨٤

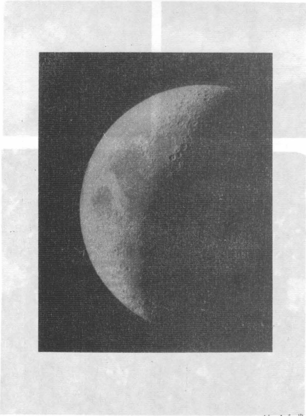
يلاحظ أن هذا الجدول يحتوى على عدد الأيام المنقضية حتى أول يوم من الشهر المذكور فى الساعة ١٢ بالتوقيت العالمى ، وذلك منذ بداية التقويم الجوليانى . فمثلا التاريخ ١ يناير ١٩٧٤ الساعة ١٢ بالتوقيت العالمى = الساعة ١٤ بتوقيت القاهرة وبالتالى فهو يناظر التاريخ الجوليانى ٢٤٤٢٠٤٩,٠٨ .

اللوحـــات

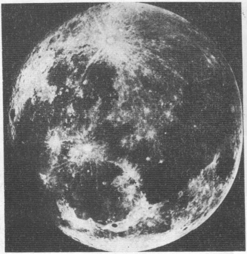


اللوحة ١ :

أولى صور صخور سطح القمر . أعلى إلى اليسار : منطقة طولها ١٢ مم من تراب السطح ولها غطاء زجاجي الشكل . أعلى إلى اليمين : تراب السطح المتماسك . ويلاحظ وجود ترسيبات من كريات لامعة . وكلا الصورتين اللتان تغطيان معا ٦ر٧ × ٦ر٧ سم قد تم إلتقاطها أثناء أول هبوط آدمي فوق سطح القمر . إلى أسفل كريات زجاجية وجدت فيما أتى به من تراب القمر إلى الأرض .

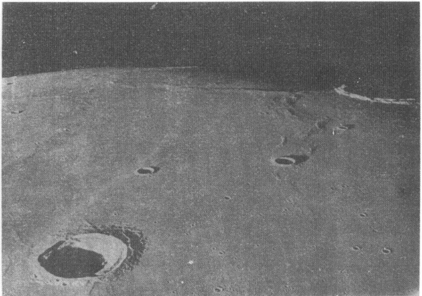


اللوحة ١ ـ ١:
القمر وعمره خمسة أيام كما صوره أحد الهواه (د . عبد العزيز صادق) بمنظاره الخاص (سيلسترون ٨ بوصة) .

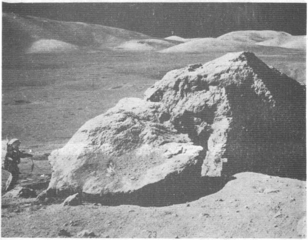


اللوحة ١ ـ ب :

القمر في طور البدر .

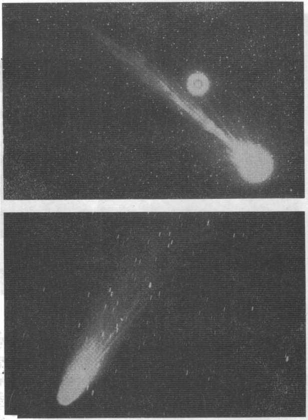


اللوحة ١ ـ جـ :
فوهة شياباريلي على الحافة الغربية لمحيط العواصف فوق سطح القمر . ويبلغ قطر الفوهة ٢٤ كم وعمقها حوالي ٢ كم وارتفاع حافتها حوالي ٧٥٠ م .



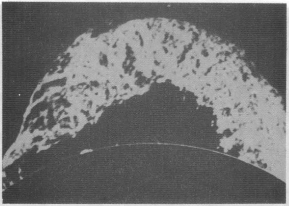
اللوحة ١ ــ د :

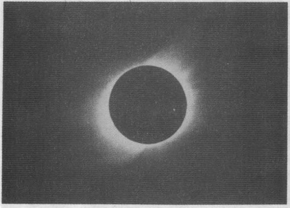
ملاح الفضاء شميدت بجانب صخرة قمرية ضخمة .



اللوحة ٢ :

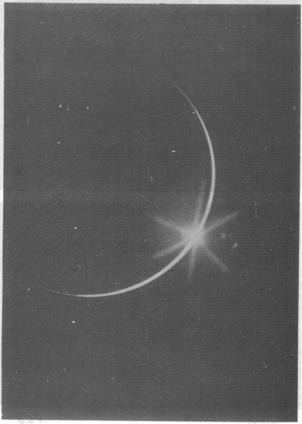
أعلى : مذنب ويبل ـ فيدتكس (1942 g) بذيله الشعاعيّ الواضح .
أسفل : مذنب آرند ـ رولاند (1956 h) .



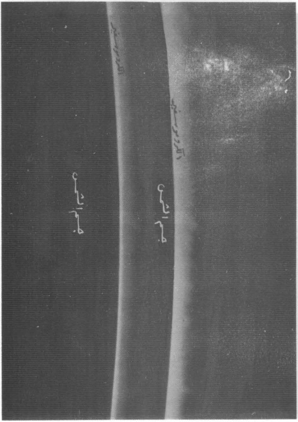


اللوحة ٣ :

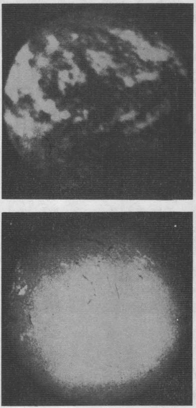
أعلى : نتوء شمسى نابع من إضطراب شمسى .
أسفل : صورة للكورونا الشمسية الداخلية أثناء الكسوف الكلى فى ١٩ يونيو ١٩٣٦ .



اللوحة ٣ـ أ :
لحظات قبل الكسوف الكلي للشمس (ظاهرة العقد اللؤلؤى) .



اللوحة ٣ ـ ب :
كروموسفير الشمس فى حالة الشمس النشطة (أعلى) والشمس الهادئة (أسفل) .

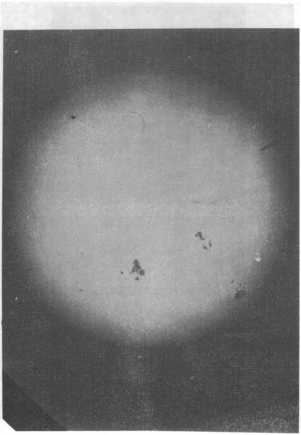


اللوحة ٤ :

أربع صور لقرص الشمس تم إلتقاطها فى نفس الوقت .

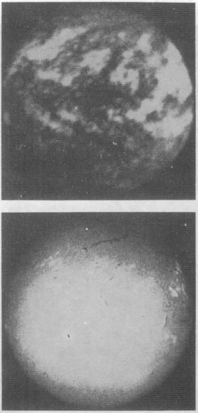
الصورة العليا إلتقطتها أجهزة صاروخ فى ضوء خط الهيدروجين ليمان ـ

الصورة السفلى : فى ضوء خط الهيدروجين ليمان ـ (سبكتروهليوجرام الهيدروجين) .



اللوحة ٤ ـ أ :

مجموعات من الكلف على سطح الشمس .



اللوحة ٥ :

الصورة العليا : فى ضوء الخط ـ K (سبكتروجرام الكالسيوم) ، الصورة السفلى : لقطة عادية للفوتوسفير فى الضوء العادى (ـــ الشمس) .



اللوحة ٥ - أ :

مجموعة من الكلف الشمسى توضح إختلاف الإستقطاب المغناطيسى فى سطح الشمس المحبب .



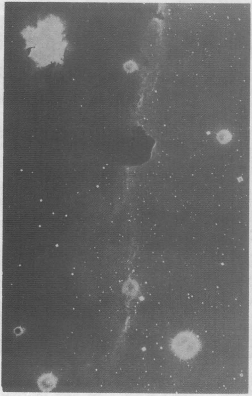
اللوحة ٦ :

جزء من السديم المجرى NGC 2237 (سديم الروزت) فى كوكبة وحيد القرن . ويشاهد أمام غاز ما بين النجوم المضىء مناطق ضيقة ترابية ، تمتص الضوء كما تتضح عديد من الكريات (حوالى منتصف الصورة) . يقابل عرض الصورة ٢٠ فى السماء .



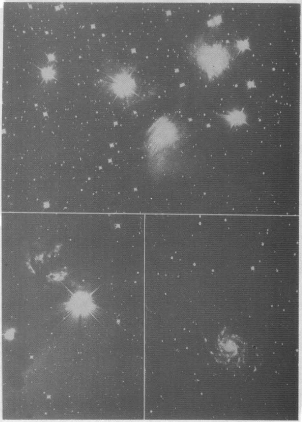
اللوحة ٦ ـ أ :

السديم الكوكبى الكبير فى كوكبة الجبار .



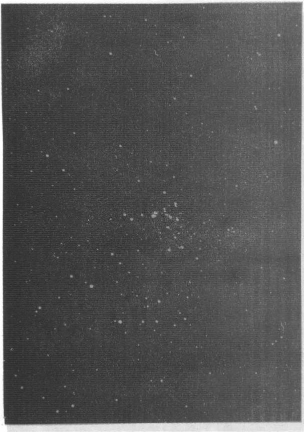
اللوحة ٧ :

مادة بين نجمية مضيئة وأخرى داكنة ، سديم رأس الحصان فى كوكبة الجبار .



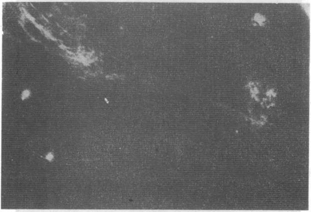
اللوحة ٧ – أ :

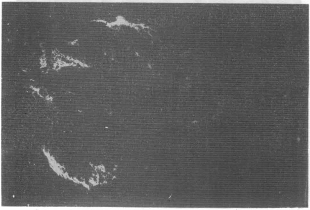
أعلى : النجوم اللامعة فى حشد الثريا . أسفل إلى اليمين : المجرة اللولبية (M 101) فى كوكبة الدب الأكبر . أسفل إلى اليسار : نجم زيتا الجبار وأسفله السديم المعتم رأس الحصان (NGC2024) .



اللوحة ٧ ـ ب :

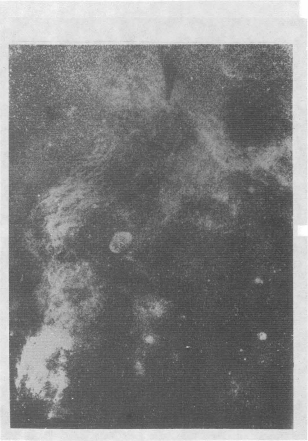
سديم العقاب (M 16) الذى يحيط بحشد من النجوم حديثة التكوين ، ويلاحظ وجود المناطق الداكنة التى تدل على المادة بين النجمية .





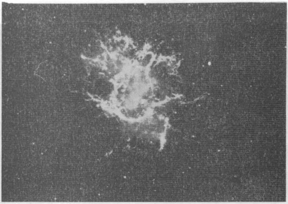
اللوحة ٨

سديمين مجريين لهما أشكال فتيلية فى كوكبة الدجاجة . وتمثل الصورة السفلى قوس الدجاجة الأكبر ، وهو المنبع الراديوى المعروف .



اللوحة ٩ :

ضباب سديم مجرى مضيء فى كوكبة الدجاجة.





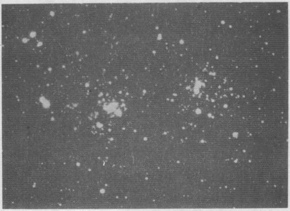
اللوحة ١٠ :

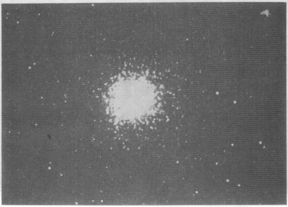
صورتين لسديم أبو جلمبو (M1) ، وهو بقايا إنفجار سوبرنوفا . وقد تم إلتقاط الصورتين بتركيبتين تحت الضوئى واللوح الفوتوغرافى . ففى الصورة العليا كان الاشعاع المؤثر من ٦٤٠٠ إلى ٦٧٠٠ أنجشتروم ، أى المنطقة الطيفية التى يوجد بها خطوط سديمية شديدة . لذلك تظهر هالة السديم بتركيبها الفتيلى . أما فى الصورة السفلى فقد تم التصوير فى النطاق الطيفى ٥٤٠٠ إلى ٦٤٠٠ أنجشتروم . وهذا النطاق الطيفى مستمر ؛ ولذلك لا تظهر هالة السديم .



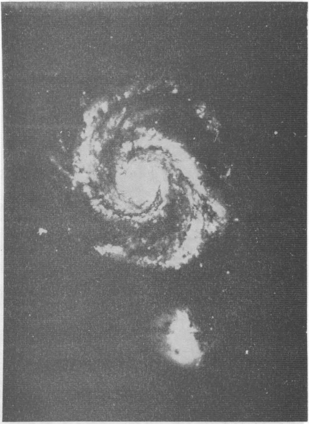
اللوحة ١١ :

السديم الكوكبى NGC 7293 فى برج الدلو . والحجم الظاهرى للسديم حوالى ١٢ × ١٥ ، أى أنه نياظر مسافة قدرها حوالى ٥ر٢ بارسك × ٣ بارسك . بفرض المسافة بيننا وبين السديم ٧٠٠ بارسك . يقدر اللمعان الظاهرى للسديم بحوالى ٧ أقدار ، وللنجم المركزى ١٣ قدرا .



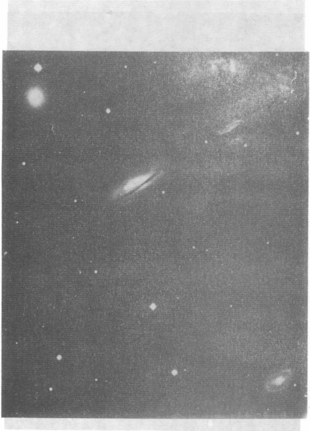


اللوحة ١٢ :
أعلى : الحشدين المفتوحين h ;X ، فى كوكبة فرساوس .
أسفل : الحشد الكروىM13 فى كوكبة الجاثى .



اللوحة ١٣ :

المجموعة النجومية الحلزونية (NGC5194 M51) فى كوكبة كلاب الصيد . ويدر القطر الزاوى لهذه المجرة حوالى ١٤ ، واللمعان الظاهرى ٨ أقدار.

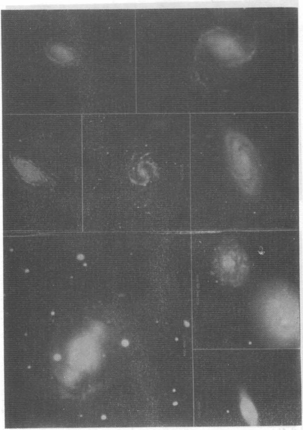


اللوحة ١٤ :

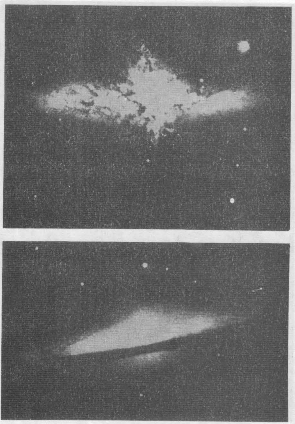
المجموعات النجومية الخارجية الأربعة NGC3185 ; NGC3187 ; NGC3190 ; NGC3193 فى برج الأسد إلى الشمال من النجم بحوالى ٢ . ويقدر القطر الزاوى للمجموعة الكبرى بحوالى ٣ ، واللمعان الظاهرى بحوالى ١٢ قدرا .



اللوحة ١٤ ـ ١:
حشد من المجرات فى كوكبة الجاثى.

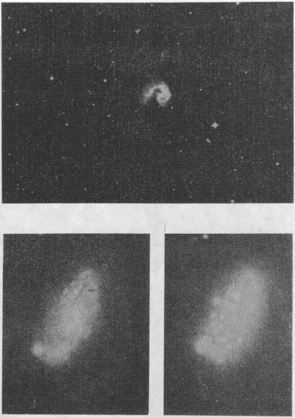


اللوحة ١٤ ـ ب :
مجرات مختلفة الأنواع



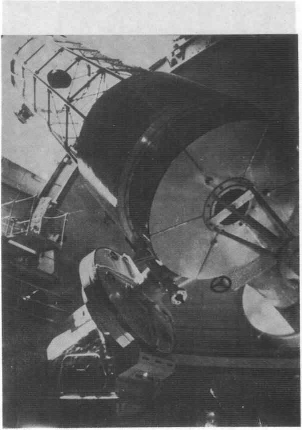
اللوحة ١٥ :

المجموعة النجومية M82 ، التي تنطلق من نواتها كتل غازية كبيرة بسرعات عالية على شكل إنفجارات . أسفل : NGC4594 في برج العذراء وفيها نتبين الطبقات الداكنة بفعل إمتصاص المادة الترابية حول مستوى تماثل المجموعة للضوء .



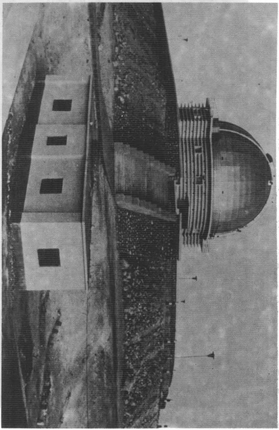
اللوحة ١٦ :

أعلى : المجموعتين المتصادمتينNGC4038 : NGC4039 فى كوكبة الغراب . ويلاحظ الذيل اللامع الخارج من المجموعتين . أسفل : إنفجار سويرنوفا فى المجموعة النجومية الحلزونيةNGC23 (حوالى ٣ إلى الجنوب من النجم المرأة المسلسلة) . وقد إلتقطت الصورة اليسرى فى ٢٣ أغسطس ١٩٥٥ قبل الإنفجار ، أما الصورة اليمنى فتم إلتقاطها فى ٢٣ أكتوبر ١٩٥٥ بعد إنفجار السويرنوفا . بلغ اللمعان المطلق للسويرنوفا فى أوجها حوالى القدر ـ ١٨ . (الصورة اليمنى أطول تعريضا من اليسرى) .

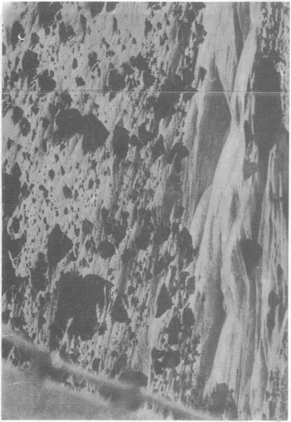


اللوحة ١٧

المنظار ٧٤ بمرصد القطامية (مصر)



اللوحة ١٧ (أ)
المنظر الخارجي لقبة المنظار ٧٤ بوصة بمرصد القطامية.



اللوحة ١٨
سطح المريخ وتظهر به التجمعات الرملية والصخور.



اللوحة ١٩ .

الشفق القطبى الشمالى ، وهو عبارة عن شرائط من الذرات المتأينة تشع فى الضوء المرئى .

الفهـــــارس

الفهرس العربى

أ

إبط الجوزاء ١
أبعاد الحاله ١ـ ٣
الأبعاد الطبيعيه ١ـ ٣
ابن إزرا ٢
إبن سينا ٢
إبن الهيثم ٢
إبن يونس ٢
أبو الفدا ٤
أبو الوفا ٤
أبو جلمبو ٤
أبوولو ٤
الإتجاهات السماوية ٤
الإتحاد الفلكى الدولى ٤ـ ٥
الإتساع ٥
الإتساع الضغطى للخطوط الطيفية ٥
الإتصالين ٥
الإثارة ٥ ، ١٨٠ ، ١٨٢ ، ٢٦٣ ، ٢٦٤
الإثارة الإصطدامية ٥
الإثارة الضوئية ٥
أجسام هربح هارو ٥ـ ٦
أجنحة الخطوط الطيفية ٦
الأجهزة ٦ـ ٨، ١٠١ ، ١١٣
الأجهزة الفلكية ٨
أجهزة الفلك الراديوى ٩ـ ١١
إحتراق ١١

الإحداثيات	١٢ـ ١٥ ، ١٥٠ ، ٥٢٨ ، ٥٥٩
الإحداثيات الإستوائية	١٥
الأحزمة الإشعاعية	١٥
أحزمة ڤان آلن	١٦
الإحصاء النجمى	١٦ ـ ١٧ ، ٢٨٧
الإختلاف الإستوائى الأفقى للمنظر	١٧
الإختلاف القمرى	١٧
إختلاف المنظر	١٩ ـ ٢٦
إختلاف منظر الدوران	١٩
إختلاف المنظر للشمس	١٧ـ ١٩
إختلاف منظر النجم الثابت	٢٦
آخر النهر	٢٦
أدينجتون	٢٦
آدمز	٢٦
أدونيس	٢٦
الأذرع الحلزونية	٢٦
الإرتفاع	٢٦ ، ٦١ ، ٢٧٨ ، ٥٠٩
إرتفاعى ـ سمتى	٢٦
إرتفاع القطب	٢٧
إرج	٢٧
أرجوحة الجبار	٤٩١
إرجيلندر	٢٨
أرسطوطاليس	٢٨
أرصاد الشمس	٢٨ ـ ٣٢
الأرض	٣٢ـ ٣٨ ، ٧٤ ، ٢٦٢ ، ٣٠٠ ، ٢٧٨ـ ٢٧٩ ، ٣١٧ـ ٣٢٠
أرض القمر	٣٨
الأرميله	٣٨
الأرنب	٣٨
الآره	٣٨

آريل ٣٨
الإزاحة البنفسجية ٣٨
الإزاحة الحمراء ٣٨
الإزاحة الخطية ٣٩ ، ٢٧٠
الإزار ٣٩
أسبوع ٣٩
إستئناف الإتحاد ٣٩ ، ٩١
الإستبعاد ٣٩ ، ٣٣٠
الإستبعاد الإنتخابى ٤٠
إستتار النجوم ٤٠
الإستحكامات القمرية ٤٠
إستراتوسفير ٤١ ، ٣١٧
أستروب ٤١
أستروبيولوجى ٤١ ، ١٦٧
أستروجراف ٤١ ، ٥١٦
أستروجراف قياسى ٤١
أستروجراف عيارى ٤١
أسترولاب ٤١
أسترولاب منشورى ٤١
أسترومترى ٤١ ، ٦٢
إستطالة ٤١
الإستقبال ٤١ ، ٧٤
الإستقطاب ٤١ – ٤٢
إستقراء النجوم ٤٢
إستواء طول الليل والنهار ٤٢
إستوائى ٤٢
الأسد ٤٢
الأسد الأصغر ٤٢
الأسديات ٤٢ – ٤٣
إسراع القمر ٤٣ ، ١٥٦

أسماء النجوم ٤٣
السهى (السها) ٤٣
الإشعاع ٤٣ـ ٤٤ ، ١٧٩ ، ١٨٢ ، ٢٥٩ـ ٢٦٠ ، ٢٦٣ ، ٢٦٤ ، ٣٤٢ ، ٣٦٥ـ ٣٦٦ ، ٣٦٦ـ ٣٦٧ ، ٣٦٨
الإشعاع الإبطالى ٤٤
إشعاع الثلاث درجات ٤٤
إشعاع الجسم الأسود ٤٤
الإشعاع الجسيمى ٤٤ ، ٤٥ ، ٢٤٦
إشعاع الخلفيه الكونى ٤٥
إشعاع الذبذابات الراديوى ٤٥ ـ ٤٨
الإشعاع الراديوى ٤٨
أشعة رونتجن ٤٩
الإشعاع السينكروترونى ٤٩
الإشعاع العالى ٤٩
أشعة جاما ٤٩ ، ٢٨٧ ، ٣٣٠
الأشعة القطبية ٤٩
الأشعة الكونية ٤٩ـ ٥٠
أشكال فيدمان شتيتن ٥٠
إضاءة السدم ٥٠
الإضاءة الذاتية للغلاف الجوى الأرضى ٥٠
الإضطراب ٥١
الإضطراب فى حركة القمر ٥١ ، ٥٢
أطلس ٥٢
أطلس السماء ٥٢ ، ١٦٩
أطلس نجومى ٥٢ ، ١٦٩
الأطوار ٥٢
أطوار القمر ٥٢
الأطوال الموجية ٥٢
إعادة الإتحاد ٥٢

الإعتام الحاق	٥٢ـ ٥٣
الإعتدال الخريفي	٥٣
الإعتدال الربيعي	٥٣
الإعتدالين	٥٣
الأعجوبة	٥٣ ، ٥٣٣ ـ ٥٣٤
أعجوبة قيطس	٥٣
الأفق	٥٣
الإقتران	٥٣ ، ٧٤
إقتراني	٥٣ ، ٢٢٣ ، ٢٥١
أقدار النجوم	٥٤
الأقرب القنطوري	٥٤
أقرب نقطة في المدار إلى الشمس	٥٤
أقرب نقطة من النجم الرئيسي في المدار	٥٤
الأقزام البيضاء	٥٤ـ ٥٦
الأقزام السوداء	٥٦
الأقمار	٥٦ ، ٣٦٢
الإكليل	٥٦
الإكليل الجنوبي	٥٦
الإكليل الشمالي	٥٦ ، ٥٣٤ ، ٥٧٤
أكوندوريت	٥٦ ، ٥٧٦
إكسوسفير	٥٧ ، ٣١٧
إكسونوفا	٥٧
ألبتاني	٥٧
البتروغي	٥٧
البيروني	٥٧
الطائر	٥٧
العناق	٥٨
ألفا كلاب الصيد	٥٨ ، ٥٣٤
الفرض	٥٨
المقنطرات	٥٨

ألوان النجوم ٥٨
آلة الربع (المزوله) ٥٨
آلة الربع السمتية ٨ ، ٥٨
الآلة الشاملة ٥٨ ، ٦١
آلة العبور ٥٩
آلات القياس الزاوية ٥٩ ـ ٦٣
آلة المصور ٦٣
إلكترا ٦٣
إلكترون ٦٣ ، ١١٠ ، ١٨٠ ، ١٨٢ ، ٤٩٣ ، ٥٧٧
إلكترون فولت ٦٣
الآلية ٦٣
الأماكن الظاهرية للنجوم الأساسية ٦٣
أمبريل ٦٣
الإمتصاص ١٧ ، ٦٣ ـ ٦٤ ، ٢٧١
« أمبريل » «٦٣»
آمور ٦٤
أنبوبة المنظار ٦٤
إنتاج طاقة النجوم ٦٤ ـ ٦٨
إنترفرومتر ٦٨
الإنتقال من مستوى طاقة حر إلى آخر حر ٦٨
الإنتقال من مستوى طاقة حر إلى آخر مقيد ٦٨
الإنتقال من مستوى طاقة مقيد إلى آخر حر ٦٨
الإنتقال من مستوى طاقة مقيد إلى آخر مقيد ٦٨
أنجشتروم ٦٨
إنحسار الكورونا ٦٩
الإندماج النووى ٦٩ ، ١١٠
الإنعكاس ٦٩
إنفجار ٦٩ . ٢٤٥
الإنفجار الأعظم ٦٩

الإنفجار الإشعاعى ٦٩
الإنقلاب الشمسى ٧٠
الإنقلابين ٦٩ ـ ٧٠
الإنكسار ٧٠ ـ ٧٢
الإنكسار السمق ٧١
الإنكسار الصالى ٧١
الإنكماش ٧٢
إنكلادوس ٧٢
إنكى ٧٢
أنموذج المنبع القشرى ٧٢
أنموذج المنبع النقطى ٧٢
أنموذج النجم ٧٢
الأنواع الطيفية المتأخرة ٧٢ ـ ٥٦٨
الأنواع الطيفية المتقدمة ٧٢ ، ٥٦٨
الأنواع الطيفية المتوسطة ٧٢
أوبرون ٧٣
أوج ٧٣
الأوج الأرضى ٧٣
الأوج والحضيض ٧٣
الأوج والحضيض الأرضيين ٧٣
أوج الشمس ٧٣
الأوج القمرى ٧٣
الأوج المجرى ٧٣
أوج النجم ٧٣
الأوج النجمى ٧٣
أوجه القمر ٧٣
أوجه القمر ٧٣
أوربا ٧٤
أوستراليت ٧٤
أولبرز ٧٤

الأوضاع النسبية للشمس والأرض والكواكب ٧٤
أويلر ٧٥
الإيبيسيكل ٧٥
إليوثيرم ٧٥
إيروس ٧٥
إيروغرافيا ٧٥
إيكاروس ٧٥
إيمدن ٧٥
الأيونوسفير ٧٥ ، ٣١٧

ب

الباحث عن المذنبات ٧٦
بادى ٧٦
البارسك ٧٦
الباطية ٧٦
البال ٧٧
بالاس ٧٧
بؤرة ٧٦ ، ٣٤٦
البؤرة الرئيسية ٧٦
البؤرة الكاسيجرينية ٧٦
بؤرة الكودى ٧٦
بؤرة نيوتونية ٧٦
البتانى ٧٧
البتروغى ٧٧
البيرونى ٧٧
بحار سطح القمر ٧٧
البدر ٧٣ ، ٧٧
برادلى ٧٧
براهى ٧٧ ـ ٧٨

بُرج ٧٨
برج آينشتين ٧٨
برج الشمس ٧٨
البركار ٧٨
البروتون ٧٨، ١٠١
بروتون ـ بروتون ٧٨
البروج ٧٨
بريدشين ٧٨
البريق ٧٩
بصرى ٧٩، ٣٣٦، ٣٣٨، ٣٣٩
بطليموس ٧٩
بطن الحوت ٧٩
البعد البؤرى ٧٩، ٥٠٣
البعد القطبى ٧٩
البقار ٧٩
البقعة الحمراء الكبرى ٧٩
البقعة التابعة ٨٠، ٨٢
البقعة الشمسية ٧٩ ـ ٨٢، ٤٤٠
البقعة القائدة ٨٠، ٨٢
البلازما ٨٢ ـ ٨٣
بلانك ٨٣، ٣٤١، ٣٦٥، ٣٩٢
بلاتياريوم ٨٣
بلسار ٨٣ ـ ٨٥
بلكوفو ٨٥
بلوتو ٨٥، ٨٩
بليتونيت ٨٥، ١٣٣
البندول ٨٥
البوصلة البحرية ٨٥
البولومتر ٨٥
بيازى ٨٦

البياض ٨٦
بيتا السلياق ٨٦
بيتا قيفاوى ٨٦ ، ٥٣٥
بيتا الكلب الأكبر ٨٦ ، ٥٣٥
بيرهليومتر ٨٦
بيزل ٨٦
بيكرينج ٨٦
بيلوبولسكى ٨٦
البيليات ٨٧
بين الكواكب ٨٧
بين المجرات ٨٧
بين النجوم ٨٧

ت

تابع ٨٧ ـ ٨٨
تأثير العرض ٨٨
التأجج ٨٩
التاريخ الجوليانى ٨٩ ، ٦٠١
تاريخ سماء النجوم الثابتة ٨٩
تاريخ عيد الفصح ٨٩
تاريخ الفلك ٨٩
التألق ٨٩ ـ ٩٠ ، ٣٣٠
التألق البين كوكبى ٩٠
التألق الراديوى ٩٠
التأين ٩٠ ـ ٩١ ، ١٨٠ ، ١٨٢ ، ٢٦٣ ـ ٢٦٤
تايجيتا ٩١
تبادر الإعتدالين ٩٢
التابع الرئيسى ٩٢ ، ٢٣٣
تابع القطب (الشمالى) ٩٢
التتبع ٩٢ ، ٥٠٨

التناقل ٢٨١، ٣٦٨، ٣٧٢
التثليث ٩٢، ٩٤
التجانس ٩٢
التجمع ٩٢
تجمع - ٩٢
التجمعات النجومية ٩٢ـ ٩٣
التجميع ٩٣
تحبب سطح الشمس ٩٣، ٢٤١
تحت الأحمر ٩٣، ٢٨٧، ٣٢٩ـ ٣٣٠
تحت العمالقة ٩٣
تحت الأقزام ٩٤
تحديد العمر ٩٤ـ ٩٧
تحديد ألوان النجوم ٩٧
التحديد الجغرافي للمكان ٩٧ـ ٩٨
التحرر ٩٨ـ ٩٩، ٤٥٦، ٥٦٤
التحليل ٩٩
التحليل الطيفي ٩٩ـ ١٠٠
التداخل (الحيود) ١٠٠، ٤٩٢، ٤٩٣
تراب ما بين الكواكب ١٠٠
تراب ما بين النجوم ١٠٠
تراجُعي الحركة ١٠٠، ١٥٦
ترانس بلوتو ١٠٠
التربيع ٧٣، ٧٤، ١٠٠
الترس ١٠٠
التركيب ١٠١
تركيب الأجهزة ١٠١
التركيب الإنجليزي ١٠١
التركيب الداخلي للنجوم ١٠١ـ ١٠٨
تركيب الذرة ١٠٩ـ ١١٢
التركيب الكيماوي ١١٢

الترنح	١١٢ ، ٢٠٥
ترنح إتجاه الضوء	١١٢
ترنح إرتفاع القطب	٢٧ ، ١١٢ ، ٤٦٤
التروبوسفير	١١٢ ، ٣١٧
التروبانات	١١٢
تريتون	١١٣
التزيح	١١٣
تساوى الليل والنهار	١١٣
التسديس	٧٤ ، ١١٣
تسمية النجوم	١١٣
تشتت الضوء	١١٣
التشيد	١١٣ ، ٢٦٥ ، ٥٠٦
تشييد الأجهزة	١١٣
التشييد الركبي	١١٣
التصحيح الحرارى أو البولومترى	١١٣
التصنيف	١١٤ ، ٥٦٧
تصنيف بون	١١٤
تصنيف كردوبه	١١٤
التصوير الفلكي	١١٤
التصوير الفوتوغراف	١١٤
تطور النجوم	١١٤ ـ ١٢٧
التعادل الإشعاعي	١٢٧
التعادل الميكانيكي	١٢٧
تعيين المحل	١٢٧
تعيين المدار	١٢٧ ـ ١٢٩
التغيير	١٢٩
تغيير الإختلاف المركزى	١٢٩ ، ١٥٦
تغيير الأطوار	١٢٩
تغيير الضوء	١٢٩
التغيير الفجائى (الأدياباتى)	١٢٩

تغيير مسار الضوء ١٢٩
التغيير من المركز إلى الحافة ١٢٩ ، ٢٤٠
تفاعل بروتون ـ بروتون ١٢٩
تفاعل سالبيتر ١٢٩
التفريق ١٢٩ ، ٣٤٢ ، ٥٠١
التفصيل ١٢٩
التقدير السُلمَّى ١٢٩
التقسيم الطيفى ١٣٠
تقسيم هارفارد ١٣٠
التقويم ١٣٠ ـ ١٣٢
تقويم بحرى ١٣٢
التقويم الفلكى ١٣٢
تِكْتِيتْ ١٣٣
تكثفات الكورونا الشمسية (أو الإكليل الشمسى) ١٣٣
التلسكوب ١٣٣
التلسكوب الراديوى ١٣٣
تلسكوب هال ١٣٣
التلوين ١٣٣
التمدد ١٣٣
التنجيم ١٣٣ ـ ١٣٥
التنين ١٣٥ ، ٢٨٥ ، ٥٦٤
تنيى ١٣٥
التنينيات ١٣٥
توابع زحل ١٣٥
توابع المشترى ١٣٥ ـ ١٣٦
توابع يورانوس ١٣٦
التوأمان ١٣٦ ، ١٨٨ ، ٥٣٥ ، ٥٣٩ ، ٥٧٤
لتوأميات ١٣٦
توبوسنتريك ١٣٧
التوجيه بالأجرام السماوية ١٣٧
التوقيت ١٣٧ ، ١٩٦

توقيت جرينتش ١٩٦
توقيت شرق أوربا ١٣٧
التوقيت العالمى ١٣٧ ، ١٩٦
توقيت غرب أوربا ١٣٧
توقيت القاهرة ١٣٧
توقيت وسط أوربا ١٣٧
التيار البروجى ١٣٧
تيار الثور ١٣٧
تيار الحَمَل ١٣٧ ، ٢٤٠ ، ٥٠١
التيار الدبى ١٣٧
تيار الشهب ١٣٨ ـ ١٤٠
تيار النجوم ٢٢ ، ١٣٨
التيار النهارى ١٣٨
تيار النيازك ١٣٨ ـ ١٤٠
تيتان ١٤٠
تيتانيا ١٤٠
تيتوس ـ بودا ١٤٠ ، ٢٢٠ ـ ٢٢١
تيثر ١٤٠

ث

ثابت بن قرة ١٤٠
الثابت الشمسى ١٤٠ ـ ١٤١
ثانية إختلاف المنظر ١٤١
الثريا ١٤١ ، ٢٨٥ ، ٥٨٤
الثعبان ١٤١ ، ١٦٨
ثعبان البحر ١٤١
الثعلب ١٤١
الثمن ١٤٢
الثور ١٤٢ ، ٥٣٥

ج

جابر ١٤٢

الجاثى ١٤٢ - ١٤٣

الجوجز ١٤٣

الجاذبية ١٤٣ ، ٢٨١ ، ٥١٨

جالى ١٤٣ - ١٤٤

جاليلى (جاليليو) ١٤٤ ، ٥٠٣

جانيميد ١٤٤

جاوس ١٤٤

الجبار ١٤٤ - ١٤٥

الجبال الحلقية ١٤٥

الجبل المائدى ١٤٦

الجبل المركزى ١٤٦

الجداول الألفونسينية ١٤٦

الجداول الرودلفينية ١٤٦

جداول الكواكب ١٤٦

الجدى ١٤٦

جذب الكتلة ١٤٦

الجرم السماوى ١٤٦ ، ٣٤٣ ، ٣٧٤ - ٣٧٥ ، ٤٥٦ - ٤٥٧ ، ٤٨٠ - ٤٨١ ، ٥١٨ - ٥١٩

جروتريان ١٤٦

الجزر والمد ١٤٦ ، ٤٥٥ - ٤٥٦

جزىء إبن ١٤٦

جزىء أم ١٤٧

جزيئات ما بين النجوم ١٤٧

جغرافية سطح القمر ١٤٧

جغرافية سطح المريخ ١٤٧

الجلوبوس ١٤٧

الجمعية الفلكية ١٤٧ - ٤٨٤

الجمعية الفلكية المصرية ١٤٧

الجمهرات النجومية	١٤٧ ـ ١٤٩
جمهرة بينية	١٥٠ ، ١٤٨
جمهرة القرص	١٤٨ ، ١٥٠
الجمهرة المجالية	١٥٠ ، ١٤٩
جمهرة النواة	١٥٠ ، ١٤٩
جمهرة الهالة	١٤٧ ، ١٥٠ ، ٥٧٨
جناح فرساسوس	١٥٠
جناح الفرس الأعظم	١٥٠
الجنب	١٥٠
جنب المسلسلة	١٥٠
الجنوب	١٥٠
جهاز طبق	١٥٠
جهاز قياس الإحداثيات	١٥٠
جو	١٥٠
جوتينيك	١٥١
جودريل بانك	١٥١
الجون	١٥١
الجياكوبيات	١٥١
جيتز	١٥١

ح

الحائط ثنائى القطب (الدايبولى)	١٥١
حارس السماء	١٥١
حامل رأس الغول	١٥١ ، ٣٢٧
حد الظلمة أو حد الإضاءة	١٥١
الحرباء	١٥١
حركات الأجرام السماوية	١٥١ ـ ١٥٣
حركة الإفلات	١٥٣
حركة الثلاثة أجسام	١٥٣ ، ٤٧٩ ـ ٤٨٠
حركة الجسمين	١٥٣ ، ٤٧٨ ـ ٤٧٩

الحركة الخاصة ١٥٣ ، ١٥٤ ـ ١٥٥
الحركة الذاتية ١٥٣ ـ ١٥٥
حركة القمر ١٥٥ ـ ١٥٧
الحركة المدارية ١٥٧
الحزوز القمرية ١٥٧
حساسية العين ١٥٨
حشد نجومي ١٥٨ ـ ١٦٠
حشد الدب الأكبر ١٦٠
حشود السلم ١٦٠
الحشود الكروية ١٦٠
الحشود المتحركة ١٦٠ ـ ١٦١
حشود المجرات ٤٥٢ ، ٤٥٣
الحشود المجرية ١٦١
الحشود المفتوحة ١٦١ ـ ١٦٣
الحشود النجومية ١٦٣ ـ ١٦٤ ، ٤٨٤ ، ٥٩٦ ـ ٥٩٧
الحصّة ١٦٤
حصى ١٦٤ ، ٢٢٣ ، ٢٥١
الحضيض ١٦٤
الحضيض الشمسي ١٦٤ ، ١٨٤ ، ٣٠٠
الحضيض القمري ١٦٤
الحضيض المجري ١٦٥
الحضيض النجمي ١٦٥
حُفَر ١٦٥
الحفار (أو الحفيراء) ١٦٥ ، ٥٣٠
حِقبة ٥١ ، ١٦٥
الحلزونيات العصوية ١٦٥
الحلزونيات القضيبية ١٦٥
حلقات زحل ١٦٥ ، ١٩٢ ـ ١٩٤
الحلقة ١٦٥
حلقة الكريشة ١٦٥

حلقة ٦٦ ، ١٦٥
الحمامة ١٦٥
الحمل ١٦٥ ، ٥٦٥
الحوت ١٦٥ ـ ١٦٦ ، ٣٣٣ ، ٣٤٦
الحوت الجنوبى ١٦٦
الحور ١٦٦
حول نجمى ١٦٦ ، ٤١٨
حولية فلكية ١٦٦
الحولية الفلكية البرلينية ١٦٦
الحوّية ١٦٦ ، ١٦٨
الحياة على أجرامْ سماوية أخرى ٦٦ ، ١٦٨
الحيَّة ١٦٨
حية البحر ١٦٨
حيود الغاز ١٦٨

خ

خارج الأرض ١٦٨
خارج المجرة ١٦٨
خالى من النجوم ١٦٨ ـ ٣٢٧
خرائط النجوم ١٦٨ ـ ١٦٩
خرائط مونت بالدمار السماوية ١٧٠
الخريطة البروجية ١٦٩ ، ١٧٠
خريطة السماء ١٧٠
الخريف ١٧٠ ، ٣٢٩
خسوف القمر ١٧٠ ، ٣٩٠
الخُصْلة ١٧٠
خطأ التشييد ١٧٠
خطأ الصورة ١٧٠ ، ٥٠٤
خط الأستواء ١٧٠
خط الأعتدال ١٧٠

خط البصر ١٧٠
خط ٢١ سم ١٧٠
خط هاياشي ١٧٠ ـ ١٧١
خطوط بالمر ١٧١
الخطوط الطيفية ١٧١ ، ٣٩٣
خطوط طيف السدم ١٧١
خطوط العرض والطول على الشمس ١٧١
خطوط فراونهوفر ١٧١ ، ٢٤٣
خطوط الكالسيوم الثابتة ١٧١
خطوط الكورونا ١٧١ ، ٣٩٧
خطوط ليمان ١٧١
الخطوط المحرمة ١٧١
الخطوط المنوعة ١٧١
خطوط الهيدروكسيل ١٧٢
الخنادق القمرية ١٧٢
الخوارزمي ١٧٢

د

دائرة الأفق ١٧٢
دائرة الأنقلاب ١٧٢
دائرة البروج ١٧٢ ـ ١٧٣ ، ٥٢١
دائرة الزوال ١٧٣
دائرة الساعة ١٧٣ ـ ١٧٤
دائرة الطول ١٧٤
الدائرة العمودية ٦١ ، ١٧٤
درابر ١٧٤
دالة قوة الإشعاع ١٧٤ ـ ١٧٥
دالة مدة الدورة وقوة الإشعاع ١٧٥
دايموس ١٧٥
الداين ١٧٥

الدب ١٧٥ ـ ١٧٩ ، ٣٢٧

الدب الأصغر ١٧٦

الدب الأكبر ١٧٦ ، ١٦٠ ، ٤٢٦ ، ٥٣٦

الدبران ١٧٦

الدبيات ١٧٦

الدبة ١٧٦

دراكونى ١٧٦ ، ٢٥١

الدراكونيات ١٧٦

الدجاجة ١٧٦ ـ ١٧٧ ، ٥١٧ ، ٥٣٥ ، ٥٣٦

درجة الحرارة ١٧٧ ـ ١٨٢ ، ١٨٨ ، ٢٦٤

درجة حرارة التأين ٩١ ، ١٨٢

درجة الحرارة التفاضلية ١٨٢

درجة حرارة الإثارة ١٨٢

درجة حرارة الإشعاع ١٨٢

درجة حرارة اللون ١٨٢

درجة حرارة الإليكترونات ١٨٢

الدرع ١٨٢ ، ٢٠٨

الدفع ١٨٢

دلتا الدرع ١٨٢ ، ٥٣٦

دلتا قيفاوى ١٨٢ ، ٥٣٦ ـ ٥٣٩

الدلفين ١٨٢

دليل اللون ١٨٢ ـ ١٨٣

الدلو ١٨٣

الدلويات ١٨٣

الدوائر الباترة ١٨٣

الدوائر المتوازية ١٨٣

الدوائر السمتية ١٨٣

دوائر العرض ١٨٤

الدوران ١٨٤ ، ١٥٢ ، ١٩٨ ، ٢٨٣

دوران الحضيض الشمسى ١٨٤

دوران النجوم ١٨٤ ـ ١٨٦
دورة بيتي ـ فيزاكر ١٨٦
دورة ساروس ١٨٦
دورة شاندلر ١٨٦
الدورة القمرية ٧٤ ، ١٨٦
دورة الكربون ـ نيتروجين ـ اكسجين ١٨٦
الدورة الميتونية ١٨٦
ديفيرنت ١٨٦ ، ٥٦١
ديون ١٨٦

ذ

الذئب ١٨٧
ذات الكرسي ١٨٧
الذبابة ١٨٧
الذبذبة ١٨٧
ذراع الأسد المبسوطة ١٨٧ ، ٥٣١
ذراع الجبار ١٨٧
ذراع فرساوس ١٨٧
ذراع القوس والرامي ١٨٧
الذراع اليمين ١٨٨
الذنَب ١٨٨
ذنَب الأسد ١٨٨ ، ٥٣١
ذو الأعنة ١٨٨
ذو درجة حرارة ثابتة ١٨٨
الذيل ١٨٨

ر

رابي ليڤ ١٨٨
راديوهليوجرام ١٨٨
رأس أفلون ١٨٨

رأس التوأم المؤخر ١٨٨
رأس الجاثى ١٨٩
رأس الحاج ١٨٩
رأس العقرب ١٨٩
رأس الغول ١٨٩ ، ٣٢٧
رأس المسلسلة ١٨٩
رأس هرقل ١٨٨
راسم الزمن ١٨٩ ، ٣٧٥ ـ ٣٧٦
رجل الجبار ١٨٩
رجل الجوزاء اليسرى ١٨٩
الرجل المتقدمة ١٨٩ ، ٢٢٩
رحلات الفضاء ١٨٩
رَسِل ١٨٩ ، ١١٤ ـ ١٢٧ ، ٢٣٣ ـ ٢٣٦
الرشاء ١٩٠
رصد (مباشر) مطلق ١٩٠
رصد (غير مباشر) نسبى ١٩٠
الرمز ١٩٠
الرموز الفلكية ١٩٠
رومر ١٩٠
ريبا ١٩٠
الرياح الشمسية ١٩٠ ، ٢٤٦

ز

زاجوت ١٩١
زاوية الصباح ١٩١
زاوية الطور ١٩١
زاوية الغروب ١٩١
زاوية الوضع ١٩١
زحل ١٣٥ ، ١٩١ ـ ١٩٤
الزرافة ١٩٤ ، ٥٣٩

الزرقلى ١٩٤
الزغب الشمسى ١٩٤، ٢٤٢
زكية الفحم ١٩٤
الزمن ١٦٤، ١٨٩، ١٩٤ ـ ١٩٨، ٢٥٩، ٣٠٠، ٤٩٠، ٥٣٩
زمن الدوران ١٩٨
الزمن الشمسى ١٩٨
الزمن الضوئى ١٩٨
الزمن القياسى ١٩٨
الزمن المحلى ١٩٦، ١٩٨
الزمن المنطق ١٩٨
الزمن المواقعى ١٩٨
الزمن النجمى ١٩٤، ١٩٨، ٥٨٥
الزهرة ١٩٨ ـ ٢٠٠
الزوال ٢٠٠
الزيج ٢٠٠
زيغ الضوء ٢٠٠ ـ ٢٠٢
الزيغ الحقى ٢٠٢
الزيغ السنوى ٢٠٢
الزيغ الكوكبى ٢٠٢
الزيغ اللونى ٢٠٢
الزيغ اليومى ٢٠٢
زيليجر ٢٠٢

س

الساعة ١٧٣، ١٩١، ٢٠٢ ـ ٢٠٣، ٤٥٤، ٥٠٨
الساعة البندولية ٢٠٣
الساعة الشمسية ٢٠٣
الساعة الفلكية ٢٠٣

الساق ٢٠٣
ساها ٢٠٣
السّبع ٢٠٤
السّبعُ نجوم ٢٠٤ ، ٥٣٩
السبق ٢٠٤ ـ ٢٠٦
سبق الشمس والكواكب ٢٠٦
سبق الكواكب ٢٠٦
سبكتروسكوب ٢٠٦
سبكتروسكوبى ٢٠٦ ـ ٢٠٧
سبكترومتر ٢٠٧
سبكترومترى ٢٠٧
سبكتروهليوجراف ٢٠٧
ستراتوسفير ٢٠٧
ستروفا ٢٠٧
ستروبحرن ٢٠٨
سجل نجومى ٢٠٨
سحابة الدرع ٢٠٨
سحابة الذيل ٢٠٨
سحابة الليل المضيئة ٢٠٩
سحابتى ماجلان ٢٠٨ ـ ٢٠٩
سحابة المساء ٢٠٩
السحب الداكنة ٢٠٩
سحابة نجومية ٢٠٩
السدس ٦٢ ، ٢٠٩
السدم الخارجية ٢٠٩ ، ٢١٠
السدم الداكنة ٢٠٩ ، ٣٠٧
السدم العاكسة ٢١٠
السدم الغازية ٢٠٩
السدم المجرية ٢١٠
سديم ٢١٠ ، ٤٤٤

سديم أبو جلمبو ٢١٠ ـ ٢١٢
السديم الإهليجى ٢١٢
سديم أمريكا الشمالية ٢١٢
سديم إنبعاثى ٢١٢
سديم الجبار ٢١٢ ـ ٢١٣
سديم حلزونى ٢١٣ ، ٤٤٠
السديم الحلقى ٢١٣
سديم الدمبلز ٢١٣
سديم السرطان ٢١٣
سديم كوكبى ٢١٣ ـ ٢١٤
سديم متشتت ٢١٤
سديم متناثر ٢١٤
سديم مجالى ٢١٤
سديم المرأة المسلسلة ٢١٤ ـ ٢١٧
سديم مزدوج ٢١٧
السرطان ٢١٠ ـ ٢١٢ ، ٢١٣ ، ٢١٧
السرعة ٢١٧ ـ ٤٦٥
سرعة الإفلات ٢١٧ ـ ٢١٨ ، ٤٦٥
السرعة الخطية ١٥٣ ، ٢١٨
السرعة الزاوية ٢١٨
سرعة الضوء ٢١٨ ـ ٢١٩
السرعة فى الفضاء ٢١٩
السرعة فى قطع مكافىء ٢١٩
السرعة فى مدار دائرى ٢١٩ ، ٤٦٥
السرعة الكونية ٢١٩ ، ٤٦٥
سرة الفرس ٢١٩
السفينة ٢١٩ ، ٢٢٨ ـ ٢٢٩ ، ٤٢٤
سكة التبانة ٢٢٠ ، ٤٤٠
سلاسل الجبال ٢٢٠
سلاسل الظهر القمرية ٢٢٠

سلسلة تيتوس ــ بودا ٢٢٠ ـ ٢٢١
السلياق ٢٢١ ، ٣٦٩ ، ٤٢٦ ، ٥٣٥ ، ٥٣٩ ـ ٥٤٠ ، ٥٧٤
السلياقيات ٢٢١
السليوستات ٢٢١
السماء ٥٢ ، ١٥١ ، ١٦٩ ، ١٧٠ ، ٢٢١ ـ ٢٢٢ ، ٢٦١ ـ ٢٦٢ ، ٢٨٦ ، ٣٤٣ ، ٤٦٤
السماك الأعزل ٢٢٢ ، ٢٢٣
السماك الرامح ٢٢٢
السماك الطائر ٢٢٢
السماك المذهب ٢٢٢
السمت ٢٢٢
السمتى الارتفاعى ٢٢٢ ، ٤٨١ ، ٥٠٩
السمكتان ٢٢٢
السمك المذهب ٢٢٣
السمكة الجنوبية ٢٢٣
السنبلة ٢٢٣
السنيلات ٢٢٣ ، ٢٤١
السنة ٢٢٣ ـ ٢٢٤ ، ١٣٠ ـ ١٣٢ ، ٣٢٨ ـ ٣٢٩
السنة (البلاتونيه) الأفلاطونية ٢٢٤
السنة الشمسية ١٣٠ ، ٢٢٤
السنة الشمس قمرية ١٣٠ ، ٢٢٤
السنة الصوتية ٢٢٤
السنة القمرية ١٣٠ ، ٢٢٤
السنة الكبيسة ٢٢٤
السنة النجمية ٢٢٤ ، ٥٣٣
السها ٢٢٤
السهم ٢٢٤ ، ٥٣١

السهى ٢٢٤
سهيل ٢٢٥
السواد ٢٢٥٥ ، ٣٣٥
السوبرنوفا ٢٢٥ ـ ٢٢٧ ، ٥٣١
سيار صغير ٢٢٧
السيدروستات ٢٢٧
سيرة ٢٢٧
سيرس ٢٢٧
سيار صغير ٢٢٧
سيلانيو ٢٢٧
سيليقيوس ٢٢٧
سيلينوغرافيا ٢٢٧
سيليوستات ٢٢٧
سمايس ٢٢٧
السنة النجمية ٢٢٤ ، ٥٣٣
السها ٢٢٤
السوبرنوفا ٢٢٥ ـ ٢٢٧ ، ٥٣١

ش

شاندلر ٢٢٧
شاهق ٢٢٧
شاين ٢٢٧
الشبكة ٢٢٨
شبه الظل ٧٩ ، ٢٢٨ ، ٣٨٨
شبه مستقر ٢٢٨
الشتاء ٢٢٨
شارك ٢٢٨
الشجاع ٢٢٨ ، ٣٤٦
شدة المحال ٢٢٨

الشرائط المضيئه ٢٢٨
الشراع ٢٢٨ ـ ٢٢٩
شراع السفينة ٢٢٨ ـ ٢٢٩
الشرق ٢٢٩ ، ٥٦٥
الشروق ٢٢٩
شعاع الليل ٢٢٩
شعر برنيقة ٢٢٩
الشعرى الشامية ٢٢٩
الشعرى اليمانية ٢٢٩
الشعيلات الشمسية ٢٣٠ ، ٥٠١
الشغل ٢٣٠ ـ ٢٣١
الشفق ٢٣١ ـ ٢٣٢
الشقوق القمرية ٢٣٢
شكل الحالة ٢٣٢
شكل اللون واللمعان ٢٣٣ ، ٢٣٥
شكل هرتزسبرنج ـ رسل ١١٤ ـ ١٢٧ ، ٢٣٣ ـ ٢٣٦ ، ٥٧٩
الشمال ٢٣٦ ، ٢٦٢ ، ٥٣١ ، ٥٣٢ ، ٥٣٣ ، ٥٦٥
الشمس ١٧ ـ ١٩ ، ٢٨ ـ ٣٢ ، ٥٤ ، ٧٣ ، ٧٤ ، ٦٩ ـ ٧٠ ، ٧٩ ـ ٨٢ ، ٩٣ ، ١٣٠ ، ١٧١ ، ٢٠٦ ، ٢٢٤ ، ٢٣٦ ـ ٢٤٨ ، ٢٥٩ ، ٢٧٢ ، ٢٧٨ ـ ٢٧٩ ، ٣٣٩ ، ٣٩١ ، ٤٦٤ ، ٤٧٣
الشمس الحقيقية ٢٤٨
الشمس المتوسطة ٢٤٨
شمسى ٧٩ ـ ٨٢ ، ١٤٠ ـ ١٤١ ، ١٦٤ ، ١٩٠ ، ١٩٤ ، ١٩٨ ، ٢٠٣ ، ٢٢٤ ، ٢٣٠ ، ٢٤٣ ، ٢٤٦ ، ٢٤٨ ، ٢٥٨ ـ ٢٥٩ ، ٢٦٦ ، ٢٧٨ ـ ٢٧٩ ، ٣٠٠ ، ٣٧٥ ، ٣٩٤ ـ ٣٩٨ ، ٤٤٠ ـ ٤٤٣ ، ٤٨٦ ، ٤٩٠ ، ٥٠١ ، ٥٢٢ ـ ٥٢٤

شميدت ٢٤٨ ، ٤٦٤ ، ٥١٠ ، ٥١١ ، ٥١٣

الشهاب ٢٤٨ ـ ٢٥١

شهاب تيارى ٢٥١

الشهر ٢٥١ ، ٥٣١

الشيئية ٢٥١

الشيئية المنشورية ٢٥٢ ، ٤٨٨

شيابارلى ٢٥٢

شيوع العناصر الكيماوية فى الكون ٢٥٢ ـ ٢٥٧

شيوع النظائر ٢٥٧

شوارترشيلد ٢٥٧ـ ٢٥٨

الشوشرة المجرية ٢٥٨

ص

الصباح ١٩١ ، ١٩٩ ، ٢٦٢ ، ٥٣١

صدر المسلسلة ٢٥٨

صدى الراديو ٢٥٨

الصليب الجنوبى ٢٥٨

الصيف ٢٥٨ ، ٢٨٥ ، ٣٢٨

الصور الطيفية الشمسية ٢٥٨ ـ ٢٥٩

الصرفة ٢٥٩

الصوق ٢٥٩

ض

ضابط حساب الزمن ٢٥٩

ضديد مستقر الشمس ٢٥٩

الضغط ٢٥٩

ضغط الإشعاع ٢٥٩ ـ ٢٦٠

ضغط الغاز ٢٦٠

الضوء ٥ ، ٢٠٠ ـ ٢٠٢ ، ٢١٨ ـ ٢١٩ ، ٢٦٠ ـ ٢٦١ ، ٣٦٨ ، ٤٩٣

الضوء البروجى ٢٦١
الضوء الجنوبى ٢٦١
ضوء دائرة الحيوانات ٢٦١
ضوء السماء ٢٦١ ـ ٢٦٢
الضوء الشمالى ٢٦٢
ضوء الصباح الرئيسى ٢٦٢
الضوء القطبى ٢٦٢
ضوء المحاق ٢٦٢
ضوء المساء ٢٦٢ ـ ٢٦٣
ضوء المساء الرئيسى ٢٦٣
ضوئى ٥، ٩١، ١٩٨، ٢٢٤، ٢٩٩، ٣٦٨، ٣٩٢ ـ ٣٩٣، ٥٠٥

ط

طائر الجنة ٢٦٣
طائر الفردوس ٢٦٣
الطاقة ٢٦٣ ـ ٢٦٤
طاقة الإثارة ٥، ٢٦٣، ٢٦٤
طاقة الإشعاع ٢٦٣، ٢٦٤
طاقة التأين ٩١، ٢٦٣، ٢٦٤
الطاقة الحرارية ٢٦٣، ٢٦٤
طاقة الحركة ٢٦٣، ٢٦٤
طاقة الوضع ٢٣، ٢٦٤
طالع ١٣٤، ٢٦٤
الطاووس ٢٦٤
طبقة ـ D ٢٦٤
طبقة ـ E ٢٦٤
طبقة ـ F ٢٦٥
طبقية درجة الحرارة ٢٦٤
طرف القرن ٢٦٥

الطريق اللبنى ٢٦٥
طريقة البوتاسيوم والآرجون ٢٦٥
طريقة التشيد الإنجليزية للمناظير ٢٦٥
طريقة التشيد الألمانية للمناظير ٢٦٥
طريقة تشيد المناظير على شوكة ٢٦٥
طريقة الإستراتشيوم ٢٦٥
طريقة الرصاص ٩٤، ٢٦٥
طريقة صدى الراديو ٢٦٥
طريقة الكالسيوم والآرجون ٢٦٥
طريقة الهليوم ٩٤، ٢٦٥
الطفح الشمسى ٢٦٦
الطور ١٩١، ٢٦٧
الطوسى ٢٦٦
الطوقان ٢٦٧
الطول ٩٩، ١٦٤، ١٧١، ١٧٣، ٢٦٧، ٢٨٥، ٢٨٦، ٣٠٠
الطيف ٢٦٧ـ ٢٧١، ٤٨٦
طيف الإمتصاص ٢٧١
الطيف الإنبعاثى ٢٧١
الطيف الحزمى ٢٧١
طيف الجزيئات ٢٧٢
الطيف الخاطف ٢٧٢
الطيف الخطى ٢٧٢
الطيف الشريطى ٢٧٢
طيف الشمس ٢٧٢
طيف الفلاش ٢٧٢
الطيف المستمر ٢٦٨، ٢٧٢
الطيف المستمر عند حدود سلسلة من الخطوط الطيفية ٢٧٢
طيفى ٢٤، ٧٢، ٢٥٨ـ ٢٥٩، ٣٣٨، ٣٩٣، ٤٢٥، ٤٨٤، ٤٨٥، ٥٦٦ـ ٥٧٠

ظ

ظاهرة بوينتج ـ روبرتسون ٢٧٢
ظاهرة بلاشكو ٢٧٣ ، ٥٣٩
ظاهرة تأثير العرض ٢٧٣
ظاهرة الحبل اللؤلؤي ٢٧٣
ظاهرة جوية ٢٧٣
ظاهرة دوبلر ٢٧٣
ظاهرة زيمان ٢٧٣
ظاهرة شتارك ٢٧٤
ظاهرة فاراداى ٢٧٤ ـ ٢٧٥
ظاهرة القطب ٢٧٥
الظاهرة الكهروضوئية ٢٧٥
ظاهرة موجل ـ دلنجو ٢٧٥
ظاهرة هبل ٢٧٥ ـ ٢٧٧ ، ٥٧٨
الظواهر الشمسية الأرضية ٢٧٨ ـ ٢٧٩
الظل ٧٩ ، ٢٢٨ ، ٣٢٨ ، ٥٠١ ، ٥٥٨
الظل التام ٢٧٧
الظل الطائر ٢٧٧
الظهر ٢٧٨

ع

عائلة المشترى ٢٧٩
العاديات ٢٧٩
العاصفة الراديوية ٢٧٩
العاكسية ٢٨٠
عالمية الكون ٢٨٠
العبور ٢٨٠
العتمة ٢٨١
العجلة ٢٨١
عجلة التثاقل ٢٨١

العدد الترتيبي ٢٨٢
عدد النجوم ٢٨٢
العدد النسبي للكلف الشمسي ٢٨٢
العدد النووي ٢٨٣
عدسة مينسكوس ٢٨٣
عدم إستقرار الهواء ٢٨٣
العذراء ٢٨٣، ٥٣٧، ٥٤٠
العربة ٢٨٣
العربة السماوية ٢٨٣
العربة السماويه الصغرى ١٧٦، ٢٨٣
العربة الكبرى ٢٨٣
العرض ٩٩، ١٧١، ١٨٤، ٢٧٠، ٢٨٣
عزم الدوران ٢٨٣
العصا الصليبية ٢٨٤
العصا المستقيمة ٧، ٢٨٤
عصا يعقوب ٢٨٤
عطارد ٢٨٤
العطاية ٢٨٥
العُقاب ٢٨٥
العقده (العقدتين) ٢٨٥، ٣٠٠
عُقد الثريا ٢٨٥
العقرب ١٨٩، ٢٨٥، ٣٤٦
العقود النجمية ٢٨٥ـ ٢٨٦
عكس إتجاه المستقر ٢٨٦
العلامات الفلكية ٢٨٦
العلاقة بين طول الدورة واللمعان ٢٨٦
علاقة الكتلة وقوة الإشعاع ٢٨٦
العلاقة بين الكتلة ونصف القطر ٢٨٦
علم الأحياء الكوني ٢٨٦
علم السماء ٢٨٦

علم الفلك ٢٨٦ ـ ٢٩٨
علم النجوم ٢٩٨
علم الهيئة ٢٩٩
عمر الخيام ٢٩٩
عمر القمر ٧٤ ، ٢٩٩
عمر الكون ٢٩٩
العمق الضوئى ٢٩٩
عملاق ٢٩٩ ، ٢٣٣ ، ٣٢٨ ، ٥٣١ ـ ٥٣٢
العمليات النووية ٢٩٩
العناز ٢٩٩ ، ٥٤٠
عناصر التماس ٣٠٠
العناصر الكيماوية ٢٥٢ ـ ٢٥٧ ، ٥٥٤ ـ ٥٥٨
عناصر المدار ٣٠٠
عناق الأرض (العناق) ٣٠٠
العنصر الحرارى ٣٠٠
العنزة ٣٠١
العنقاء ٣٠١
العواء ٣٠١
العواصف الراديوية ٣٠١
عيد الفصح ٣٠١
عيد القيامة (العيد الكبير) ٣٠١
العينية ٣٠١ ، ٥٠٣
العيوق ٣٠١ ، ٥٣٢

غ

غاز ما بين الكواكب ٣٠١
غاز ما بين النجوم ٣٠٢ ـ ٣٠٧
غبار ما بين النجوم ٣٠٧ ـ ٣١٠
الغراب ٣١٠
الغرب ٣١٠ ، ٥٦٥

الغروب ١٩١ ، ٣١٠
غزو الفضاء ٣١٠ ــ ٣١٦
الغطاء الواق للمنظار ٣١٦
الغلاف الجوى ٢٤٠ ، ٣١٧
الغلاف الجوى الأرضى ٥٠ ، ٣١٧ ــ ٣٢٠ ، ٥٦٤
الغلاف الجوى النجمى ٣٢٠ ــ ٣٢٦
الغول ١٨٩ ، ٣٢٦ ، ٤٢٦ ، ٥٥١

ف

فائض اللون ١٨٣ ، ٣٢٦
فارادای ٢٧٤ ــ ٢٧٥
الفارسة الصغيرة ٣٢٦
فاصل إنكى ٣٢٦
فاصل كاسينى ٣٢٦
الفتيل ٣٢٦ ، ٢٤٨
الفجوات الخالية من النجوم ٣٢٧
فجوة هرتز سبرنج ٣٢٧
فخذ الدب ٣٢٧
فراونهوفر ٢٤٣ ، ٣٢٧ ، ٤٩١
الفرجانى ٣٢٨
فرساوس ١٨٧ ، ٣٢٧
الفرساوسيات ٣٢٧
الفرس ٢١٩ ، ٣٢٧ ، ٣٤٦
الفرس الأصغر ٣٢٧
الفرس الأعظم ٣٢٧
الفرض ٣٢٧
فرض التجانس ٣٢٧
الفرغانى ٣٢٨
الفرقعة الكبرى ٣٢٨
الفرن ٣٢٨

الفرن الكياوى ٣٢٨

فصول السنة ٣٢٨ – ٣٢٩

الفضاء ١٨٩ ، ٢١٩ ، ٣١٠ – ٣١٦ ، ٣١٨ ، ٣٢٩

فضائى ٣٢٩

الفكّة ٥٧٤

الفلطحة ٣٢٩

الفلك ٢٨٦ – ٢٩٨ ، ٥٣٢ – ٥٣٣

فلك الأشعة تحت الحمراء ٢٨٧ ، ٣٢٩ – ٣٣٠

فلك أشعة جاما ٣٣٠

فلك البالونات ٣٣٠

فلك التدوير ٣٣٠

الفلك الراديوى ٢٨٧ ، ٣٣٠ – ٣٣١

فلك رونتجن ٣٣٢

الفلك الكروى ٣٣٢ ، ٣٦٩

فلك المواقع ٣٣٣ ، ٣٦٩

الفلك النجمى ٣٣٣

فلك النيوترينو ٢٨٧ ، ٣٣٣

فلكى ١٩٠ ، ٢٨٦ ، ٢٨٧ ، ٣٢٨ ، ٣٢٩ ، ٣٣٣ ، ٣٣٤ ، ٣٣٧ ، ٣٣٩ – ٣٤٠ ، ٣٦٨ – ٣٦٩ ، ٤٩٠ ، ٤٩١ ، ٥٠٢ ، ٥١٤

فم الحوت ٣٣٣

الفهرس النجومى ٣٣٣ ، ٤٨٥

فوبى ٣٣٣

فوبوس ٣٣٣

الفوتوسفير ٢٣٠ ، ٣٣٣

فوتوغراف ٢٣٣ ، ٥١٤ ، ٥١٥

الفوتوغرافيا ٣٣٤ – ٣٣٦

الفوتومتر ٣٣٦ – ٣٣٧

فوتومتر إيرس ٣٣٧
الفوتومتر البصرى ٣٣٧ ، ٣٣٨
الفوتومتر الحرارى ٣٣٧
الفوتومتر الكهروضوئى ٣٣٧
الفوتومترى ٢٣ ، ٣٣٧ ـ ٣٣٨
الفوتومترى البصرى ٣٣٧ ، ٣٣٨
فوتومترى الستة ألوان ٣٣٨
الفوتومترى الفلكى ٣٣٧ ، ٣٣٩
الفوتومترى متعدد الألوان ٣٣٨ ، ٣٣٩
الفوتوملتبلاير ٣٣٩
الفوتون ٣٣٩ ، ٣٩٢ ـ ٣٩٣
فوجل ٣٣٩
فوق الأحمر ٣٣٩
فوق البنفسجى ٣٣٩
فوق عملاق ٣٣٩
فوهات البراكين ٣٣٩
فيدمان شتيتن ٣٣٩
فيزياء الشمس ٣٣٩
الفيزياء الفلكيه ٢٨٧ ، ٣٣٩ ـ ٣٤٠
فيستا ٣٤٠
فيضان الكورونا ٣٤١

ق

القائده (قائد بنات نعش) ٣٤١
القائم الصليبى (قائم يعقوب) ٧
قاعدة المسافة ٣٤١
قاعدة هاركينى ٣٤١
قانون بلانك ٣٤١
قانون ستيفان ـ بولتزمان ٣٤١ ، ٣٦٥
قانون المسافة ٣٤١

قبو، قبه ٣٤١، ٣٦٦
القبة السماوية ٣٤١
القُحاب ٣٤١
القَدْر ٣٤١
القدر الحرج (القدر الأخفت) ٣٤١ـ ٣٤٢
القدرة ٣٤٢
القدرة على التفريق ٣٤٢، ٥٠٥
القدم ٥٦٥
القذفة الإشعاعية ٣٤٢
قراءة النجوم ٣٤٢
القرن ٢٦٥
قرنى ١٥٦، ٣٤٢
القرنية ٣٤٢
قريب من ٣٤٢
القصاصات القيفاوية ٣٤٢
قصور الكتلة ٣٤٢
القطاعات المخروطية ٣٤٢ـ ٣٤٣
القطب ٢٧، ١١٢، ٢٧٥، ٣٤٣، ٥٣٢ـ ٥٣٣
القطب الجنوبى ٣٤٣
القطب الشمالى ٩٢، ٣٤٣
قطبى ٢٦٢، ٣٤٣، ٤١٧
القطبية ٣٤٣
قطر جرم سماوى ٣٤٣ـ ٣٤٥
القطع الزائد ٣٤٥
قطع مكافىء ٢١٩، ٣٤٦
القطع الناقص ١٢٧، ٢٠١، ٣٤٦
قطعة الفرس ٣٢٧، ٣٤٦
القلاص ٣٤٦، ٥٣٣
قلب الأسد ٣٤٦، ٥٣٣

قلب الحوت ٣٤٦
قلب الشجاع ٣٤٦
قلب العقرب ٣٤٦
قلم النحات ٣٤٧
قمر ٤٤٧
القمر أو قمر الأرض ٤٣، ٥٢، ٧٣، ٧٤، ٧٧، ١٤٧،
١٥٥ـ ١٥٧، ٢٠٦، ٢٩٩، ٣٤٧ـ
٣٦٤
القمر الصناعى الأرضى ٣٥٩ـ ٣٦٤
قمرى ٤٠، ٧٣، ٧٤، ١٥٧، ١٦٤،
١٧٢، ١٨٦، ٢٠٤، ٢٢٠، ٢٢٤،
٢٣٢
قمة الحديد ٣٦٤
قنطورس ٣٦٤
قنوات المريخ ٣٦٤
قوانين كبلر ٣٦٤
قوانين الإشعاع ٣٦٥ـ ٣٦٦
القوس النهارى ٣٦٦
القوة ٣٦٦
قوة الإشعاع ٤٣، ١٧٤ـ ١٧٥، ٢٨٦، ٣٦٦ـ
٣٦٧، ٥١٠ـ ٥٧١
قوة التثاقل ٣٦٨
قوة التحليل ٣٦٨
القوة الطاردة ٣٦٨
القوس والرامى ١٨٧، ٣٦٨
قياسات جوتنجن الإشعاعية ٣٦٨
القياسات السماوية ٣٦٨
قياسات الإشعاع ٣٦٨
قياسات الضوء ٣٦٨
القياسات الضوئية فى ثلاثة ألوان ٣٦٨

القياسات الضوئية الطيفية ٣٦٨
القياسات الفلكية ٣٦٨ـ ٣٦٩
قيثارة السلياق ٣٦٩
قيطس ٥٣، ٣٦٩، ٥٤١
قيفاوس ٣٦٩
قيفاوى ٨٦، ١٨٢، ٣٤٢، ٥٣٥ـ ٥٣٩،
٥٥١
قيفاويات ٣٦٩

ك

كاثيوبيا ٣٧٠
الكأس ٣٧٠
كابتن ٣٧٠، ٥٥٣
كاستور ٣٧٠
كاسيى ٣٢٦، ٣٧٠
كاليستو ٣٧٠
كانت ٣٧٠
كانوبس ٣٧٠
كبلر ٣٤١، ٣٦٤ـ ٣٦٥، ٣٧٠ـ ٣٧٢،
٤٨٠، ٥٠٢، ٥١٥
الكبو ٣٧٢
الكتلة ١٤٦، ٣٤٢، ٣٧٢
كتل النجوم ٢٨٦، ٣٧٢، ٣٧٤
الكثافة ٣٧٤
كثافة الجرم السماوى ٣٧٤ـ ٣٧٥
كثير المجرات ٣٧٥
الكدنى ٣٧٥
الكركى ٣٧٥
الكرة ٣٧٥
الكرة السماوية ٣٧٥
الكرة اللونية الشمسية ٣٧٥

الكره النارية ٣٧٥
الكروموسفير ٣٧٥
الكرونوجراف ٣٧٥ـ ٣٧٦
الكرونولوجى ٣٧٦
الكرونومتر ٣٧٦
الكريات ٣٧٦
كسموبيولوجى ٣٧٦
كسموجرام ٣٧٦
الكسموجونى ٢٨٨، ٣٧٦ـ ٣٨٣
الكسمولوجى ٢٨٨، ٣٨٣ـ ٣٨٨
الكسوف ٣٨٨، ٤٢٥، ٤٢٧
الكسوف والخسوف ٣٨٨ـ ٣٩١
كسوف الشمس ٣٩١
كلاب الصيد ٣٩١، ٥٣٤
الكلب ٢٢٩، ٣٩١، ٥٣٣
الكلب الأصغر ٣٩١ـ ٣٩٢
الكلب الأكبر ٨٦، ٣٩٢، ٥٣٥
الكلب المتقدم ٣٩٢
الكلف الشمسى ٢٨٢، ٣٩٢
الكلية ٣٩٢
كم بلانك الفعال ٣٩٢
الكم الضوئى ٣٩٢ـ ٣٩٣
كمية الحركة ٣٩٣
كمية الحركة الزاوية ٣٩٣
كونتورات الخطوط الطيفية ٣٩٣
كوازار ٣٩٣
الكوثل ٣٩٤
كوبرنيكوس ٣٩٣ـ ٣٩٤
الكورونا ٦٩، ١٧١، ٣٤١، ٣٩٤، ٣٩٨، ٤٨٦

الكورونا ـ R ٣٩٨
الكورونا الشمسية ١٣٣، ٣٤١، ٣٩٤ ـ ٣٩٨
الكورونوجراف ٣٠، ٣٩٨
كوكب ٣٩٨ ـ ٤٠٢، ٥٣١
الكواكب ٧٤، ٨٧، ١٤٦، ٢٠٦، ٣٩٩،
٤٤٣
كوكب أولى ٤٠٢
كوكبى ٢٠١، ٢٠٢، ٢٠٥، ٢١٣ ـ ٢١٤،
٤٠٢
كوكبه ٤٠٢ ـ ٤٠٨
الكوما ٤٠٨ ـ ٤٥٨
الكون ٧٩، ٢٥٢ ـ ٢٥٧، ٢٨٧، ٢٨٠،
٢٨٨، ٢٩٩، ٣٨٥، ٤١٩، ٥٥٩ ـ
٥٦٢
كوندرويت ٤٠٩، ٥٧٦
كونى ٢١٩، ٢٨٦، ٤٠٩، ٥٦٦
كويكب ٤٠٩ ـ ٤١٢
كويكب صناعى ٤١٢
كيلوبارسك ٧٦، ٤١٢
كيلووات ٤١٣
كيلووات ساعة ٤١٣

ل

لابلاس ٤١٣
اللامركزية ٤١٣
اللمعان ٥٣، ٧٩، ٢٣٣، ٢٣٥، ٢٤٥،
٣٧٤، ٤١٣ ـ ٤١٦
اللمعان الراديوى ٤١٥، ٤١٧
اللمعان الظاهرى ٤١٧
اللمعان المطلق ٤١٥، ٤١٧

اللمعان المساحى ٤١٧
اللمعة المقابلة ٤١٧
لوح التصحيح ٤١٧
اللوح الفوتوغراف ٤١٧
الليل ٢٠٩ ، ٢٢٩ ، ٤١٧
الليل القطبى ٤١٧
ليفرير ٤١٨
ليو ٤١٨

م

ما بين الكواكب ٤١٩ ـ ٤٢٠
ما بين النجوم ٤٠ ، ٤٢٠ ـ ٤٢٤
الماجسطى ٤١٨
المادة الحول نجمية ٤١٨
مادة ما بين المجرات ٤١٨ ـ ٤١٩
مادة ما بين الكواكب ٤١٩ ـ ٤٢٠
مادة ما بين النجوم ٤٢٠ ـ ٤٢٤
مؤخر السفينة ٤٢٤
مايا ٤٢٤
المئزر ٤٢٤
ما بعد (وراء) بلوتو ٤٢٤
ماشاء الله ٤٢٤
المأمون ٤٢٤
مبدأ التكافؤ ٤٢٥
المتغيرات ٢٤ ، ٣٣٨ ، ٣٣٩ ، ٤٢٥ ، ٥٤١ ـ ٥٤٢
متغيرات ـ Be ٤٢٥
متغيرات الجبار ٤٢٥
المتغيرات الحشدية ٤٢٥
المتغيرات السديمية ٤٢٥ ، ٥٤٠

المتغيرات الشبيهة بالنجوم المتجددة ٤٢٥
المتغيرات الشبيهة بالنوفا ٤٢٥
اللمتغيرات الطيفية ٤٢٥
المتغيرات الكسوفية ٤٢٥ ـ ٤٢٧
متغيرات المجسمات الناقصة ٤٢٧
المتغيرات غير المنتظمة ٤٢٧
المتغيرات نصف المنتظمة ٤٢٧ ـ ٤٢٨
متناسب ٤١١ ، ٤٢٨
المثلث ٤٢٨
المثلث الجنوبى ٤٢٨
المثلث الصيفى ٤٢٨
المثلث الفلكى ٤٢٨ ، ٥٥٢ ، ٥٥٣
المجال المغناطيسى ٤٢٩
المجرات الأقزام ٤٢٩
مجرات زايفرت ٤٢٩ ، ٤٥٠
المجرات المتلاصقة ٤٢٩ ، ٤٥٠
مجرة ٨٧ ، ٣٤٣ ، ٣٧٥ ، ٤٢٤ ، ٤٢٩
المجرة الراديويه ٤٣٠
مجرة سكة التبانة ٤٣١ ـ ٤٣٩
مجرة مجالية ٤٣٩
مجرى ١٤ ، ١٦٨ ، ٢١٠ ، ٢٥٨ ، ٤٣٩
المجمرة ٤٣٠
مجسم الأرض ٤٤٠
مجسم الأرض الناقص ٤٤٠
مجسم السرعة الناقص ٤٤٠
المُجَمَّع ٤٤٠
مجموعة البقع ٤٤٠
مجموعة ثنائية القطب ٤٤٠
مجموعة حلزونية ٤٤٠
مجموعة سكة التبانة ٤٤٠

المجموعات الشعاعية ٤٤٠

المجموعات المتلاصقة ٤٤٠

المجموعة الشمسية ٣٧٩، ٤٤٠ ـ ٤٤٣

مجموعة الكواكب ٤٤٣

المجموعة المحلية ٤٤٣ ـ ٤٤٤

مجموعة المعادن الثقيلة ٤٤٤

المجموعة النجومية ٣٧٨، ٤٤٤ ـ ٤٥٤، ٥٩٦ ـ ٥٩٧

المجموعة النجومية المحلية ٤٥٤

مجموعة هيلدا ٤٥٤

المجنيتوسفير ٤٥٤

المجهر ٤٥٤

المحتوى الحرارى ٤٥٤

محور الساعات ٤٥٤، ٥٠٨

محور الميل ٤٥٥، ٥٠٨

محول الصورة ٤٥٥

المد والجزر ٤٥٥ ـ ٤٥٦

مدار الإنقلاب ٤٥٦

مدار التحرر ٤٥٦، ٤٧٩

مدار جرم سماوى ٤٥٦ ـ ٤٥٧

مدارى ٤٥١، ٤٥٧

مدور ٤٥٧

المذبح ٤٥٧

مذنب ٤٥٧ ـ ٤٦٣

مذنب أم ٤٦٣

مذنب إنكى ٤٦٣

مذنب بيلى ٤٦٣ ـ ٤٦٤

مذنب هالى ٤٦٤

مرافق ٤٦٤

المراق ٤٦٤، ٥٣٣

المراقبة الدولية لترنح القطب ٤٦٤

مراقبة السماء ٤٦٤
مراقبة الشمس ٤٦٤
مرآة باكر شميدت ٤٦٤
مرآة سوبر شميدت ٤٦٤
مرآة شميدت ٤٦٤، ٥١٠
المرآة الكاسيجرينيه ٤٦٤، ٥٠٩
مرآة ماكسوف ٤٦٤، ٥١١
مرآة نيوتن ٤٦٥، ٥٠٩
المرأة المسلسلة ١٨٩، ٢١٢ـ ٢١٧، ٤٦٥
مرحلة السرعة الكونية ٤٦٥
مرزم الجبار ٤٦٥
مراصد مونت بالومار ٤٦٥
مراصد مونت ستروملو ٤٦٦
مراصد مونت لوكي ٤٦٦
مراصد مونت هاميلتون ٤٦٦
مراصد مونت ويلسون ٤٦٦
مرصد ٤٦٦ ـ ٤٧٢
مرصد الجزائر ٤٧٢
مرصد حلوان ٤٧٢
مرصد ريمايس ٤٧٢
مرصد سمايس ٤٧٢
مرصد شعبي ٤٧٢
مرصد القطامية ٤٧٢
مرصد كرم ٤٧٢
مرصد ليك ٤٧٢
مرصد مدرسي ٤٧٢
مرصد هارفارد ٤٧٣
مرصد هال ٤٧٣
مرصد ييركس ٤٧٣
مرقب طيف النتوءات الشمسية ٤٧٣

المركبة ـ F ٣٩٦ ، ٣٩٧ ، ٤٧٣
المركبة ـ K ٣٩٦ ، ٣٩٧ ، ٤٧٣
مركبة الكلف الشمسى ٤٧٣
المركبة ـ L ٣٩٦ ، ٤٧٣
مركز نشاط ٤٧٣ ، ٥٥٤
مركزىّ الأرض ٤٧٣
مركزىّ الشمس ٤٧٣
المريخ ١٤٧ ، ٢٦٦ ، ٣٦٤ ، ٤٧٣ ـ ٤٧٧
المزدوجات النجوميه ٤٢٥ ـ ٤٢٧ ، ٤٤٩ ، ٤٧٨ ، ٥٤٤ ـ ٥٥٠ ، ٥٩٢ ـ ٥٩٣
المزولة ٤٧٨
المزولة الرأسية ٤٧٨
المزوليات ٤٧٨
المساحات المختارة ٤٧٨
مسألة حركة الأجسام الكثيرة ٤٧٨
مسألة حركة الجسمين ٤٧٨ ـ ٤٧٩
مسألة حركة ثلاثة أجسام ٤٧٩
مسألة حركة عديد من الأجسام ٤٨٠
مسألة كبلر ٤٨٠
المسألة المحدودة ٤٨١
المسار الليلى ٤٧٨
مسافة الجرم السماوى ٤٧٨
المسافة السمتية ٤٧٨
المستكشف ٤٨١
المستقر ٢٣٨ ، ٢٥٩ ، ٢٨٦ ، ٤٨١
مستوى (الطاقه) ٦٨ ، ٤٨١
المستوى الأساسى ٤٨١
المستوى البؤرى ٤٨١ ، ٥٠٣
مستوى الخمود ٤٨١
مسطرة إختلاف المنظر ٧ ، ٤٨١

مسطرة النقاش ٤٨١
المسلسلات ٤٨١
مسمار الفلك ٥٣٢ـ ٥٣٣
مسيى (مسيية) ٤٨١ـ ٤٨٢ ، ٤٨٤
المشترى ١٣٥ـ ١٣٦ ، ٢٧٩ ، ٣٩٩ ، ٤٨٢ـ
٤٨٤
مصنف ٤٨٤ ، ٤٨٥
المصنف الأساسى ٤٨٤ ، ٤٨٥
مصنف بريجيدروف الطيف ٤٨٤
مصنف بونر ٤٨٤
مصنف السدم ٤٨٤
المصنف العام الجديد للنجوم والحشود النجومية ٤٨٤
مصنف اللمعان ٤٨٤
مصنف مسيى (مسيية) ٤٨٤
المصنف المفهرس ٤٨٤
المصنف المنطق للجمعية الفلكية ٤٨٤
مصنف المواقع ٤٨٤ ، ٤٨٥
المصنف النجومى ٤٨٥ـ ٤٨٦
مصنف النجوم اللامعة ٤٨٦
مصنف هنرى ـ درابر ٤٨٦
مصور الحالة الشمسية ٤٨٦
مضطربة (مضطرب) ٤٨٦
المطلع المستقيم ١٣ ، ٤٨٦
مطياف ٤٨٦ـ٤٨٩
المطياف ذو الشرخ (الشرخى) ٤٨٩
المطياف المحزوزى ٤٨٧ ، ٤٨٩
المطياف المنشورى ٤٨٦ ، ٤٨٩
مطياف النتوءات الشمسية ٤٩٠
معادلة الحالة ٤٩٠
معادلة الزمن ١٩٧ ، ٤٩٠ ، ٥٨٥

معادلة كبلر ٤٩٠
معادلة الوسط ٤٩٠
معادلتى أوورت (للدوران) ٤٩٠
المعلف ٤٩٠
معمل النحات (النقاش) ٤٩٠
معهد أرصاد فلكى ٤٩٠
معهد الأرصاد بحلوان ٤٩١
معهد الحساب الفلكى ٤٩١
معهد حسابات ٤٩١
معهد فراونهوفر ٤٩١
معيار المسافة ٤٩١
المعين ٤٩١
المفرز ٤٩١
مفرغة الهواء ٤٩١
المقارن ٤٩١
مقارن بلنك ٤٩١
مقارن الإستريو ٤٩١
المقنطرات ٤٩١
مقياس بوجسونى للمعان ٤١٤ ، ٤٩٢
مقياس بولومترى ٤٩٢
مقياس التداخل ٤٩٢ _ ٤٩٣
مقياس التداخل الراديوى ١٠ ، ٤٩٣
مقياس حرارى ٤٩٣
مقياس الحركة ٤٩٣
المقياس الزاوى ٤٩٣
مقياس الضوء ٤٩٣
مقياس المسافة ٤٩٣
مكثر الإليكترونات الثانوى ٤٩٣
الملك الصغير (المليك) ٤٩٣
ممسك الأعنة ٤٩٣ _ ٤٩٤

المنابع الراديوية الشبيهة بالنجوم ٤٩٤ ـ ٤٩٦
المنابع الراديوية النابضة ٤٩٦
مناطق ـ R ٢٤٥ ، ٤٩٦
المناطق المختارة ٤٩٦
المنبع ٤٩٦
المنبع الراديوى ٤٩٦ ـ ٥٠٠
مناطق إنبعاث ٥٠٠
مناطق الهيدروجين الإنبعاثية ٥٠١
المناطق التى تسود فيها تيارات حمل الهيدروجين ٥٠١
مناطق ـ UM ٥٠١
المنحنى الضوئى ٥٠١
منسوب إلى مكان المشاهدة كموقع متوسط ٥٠١
منطقة ـ BM ٥٠١
منطقة الشعيلات الشمسية ٥٠١
منطقة ـ M الشمسية ٥٠١
منطقة الظل ٥٠١
منطقة ـ HI ٣٠١ ، ٥٠٢
المنظار ٢٦٥ ، ٣١٦ ، ٥٠٢ ـ ٥٠٩
المنظار الباحث ٥٠٩
المنظار البُرجى ٢٩ ، ٥٠٩
المنظار السمتى ٥٠٩
المنظار السمتى ـ الإرتفاعى ٥٠٩
المنظار العاكس ٥٠٩ ـ ٥١٤
المنظار الفوتوغراف الفلكى ٥١٤
المنظار الكاسر أو العدسى ٥١٥ ـ ٥١٧
المنظار المرشد ٢٨٣ ، ٥١٧
منظار مينسكوس ٢٨٣ ، ٥١٧
منظار هال ٥١٤ ، ٥١٧
المنزل ٥١٧
منقار الدجاجة ٥١٧

المواقع الظاهرية للأجرام السماويه ٥١٧
موجات الجاذبية ٥١٨
موقع الجرم السماوي ٥١٨ ـ ٥١٩
مولداق (مولداقيت) ٥١٩
مونوكروماتور ٥١٩
الميتاجالاكسى ٥١٩
ميجابارسك ٧٦ ، ٥١٩
ميجاهرتز ١٨٧ ، ٥١٩
الميراق ٥١٩
ميراندا ٥١٩
الميزان ٥١٩ ـ ٥٢٠ ، ٥٦٥
الميكانيكا السماوية ٢٨٧ ، ٥٢٠
الميكروسكوب ٥٢٠
الميكروفوتومتر ٣٣٦ ، ٥٢٠
الميكرومتر ٦٢ ، ٥٢٠
الميكرومتر الحلق ٥٢٠
الميكرومتر الخيطى ٥٢٠
الميكرومتر الشعرى ٥٢٠
الميل ٤٥٥ ، ٥٠٨ ، ٥٢١
الميل الأعظم أو ميل دائرة البروج ٥٢١
ميل المدار ٥٢١
ميلين ٥٢١
مياس ٥٢١

ن

الناجذ ٥٢١
النافذة الراديوية ٥٢١
النانومتر ٥٢١
نبتون ٥٢٢
النبض ٥٢٢

التنوء الشمسى ٤٩٠ ، ٥٢٢ ـ ٥٢٤
التنوء الكلفى ٥٢٤
النثرة ٥٢٥ ، ٥٥١
نجم ٧٢ ، ٥٢٥ ـ ٥٢٧ ، ٥٢٨ ، ٥٤٤ ،
٥٦٦
النجم الأساسى ٥٢٨
نجم إنبعاثى ٥٢٨
نجم أولى ٥٢٩
نجم ـ O ٥٢٩
نجم ـ B ٥٢٩
نجم ـ Be ٥٢٩
نجم ـ A ٥٢٩
نجم ـ F ٥٢٩
نجم ـ G ٥٢٩
نجم ـ K ٥٢٩
نجم ـ M ٥٢٩
نجم ـ R ٥٢٩
نجم ـ N ٥٢٩
نجم ـ S ٥٢٩
نجم ـ C ٥٢٩
نجم ـ W ٥٣٠
نجم بعد الجديد (النوفا) ٥٣٠
النجم التيكونى ٥٣٠
نجم ثابت ٢٦ ، ٥٣٠
نجم الجدى ٥٣٠ ، ٥٣٢ ـ ٥٣٣
نجم جديد ٥٣٠
نجم حب الرمان ٥٣٠
نجم الحديد ٥٣٠
النجم الحشدى ٥٣٠
نجم الحفار (الحفيراء) ٥٣٠

النجم الدليل ٥٣٠ ، ٥٣٣
نجم الدين المصري ٥٣١
نجم ذراع الأسد المبسوطة ٥٣١
نجم ذنب الأسد ٥٣١
النجم الراديوي ٥٣١
النجم الرئيسي ٥٣١ ، ٥٤٤
نجم السهم ٥٣١
نجم السوبرنوفا ٥٣١
النجم السيار ٣٩٨ـ ٤٠٢ ، ٥٣١
نجم الشمال ٥٣١
نجم الصباح ١٩٩ ، ٥٣١
نجم الصرفة ٥٣١
نجم الضبط ٥٣١
نجم عملاق ٥٣١ ـ ٥٣٢
نجم العنز أو العيوق ٥٣٢
نجم فوق جديد ٥٣٢
نجم فوق عملاق ٥٣٢
نجم قبل (النوفا) الجديد ٥٣٢
نجم قزم ٥٣٢
نجم القطبية ٥٣٢ ـ ٥٣٣
نجم قلب الأسد ٥٣٣
نجم الكلب ٢٢٩ ، ٥٣٣
النجم المتجدد ٥٣٣
النجم المجالي ٥٣٣
نجم المراق ٥٣٣
النجم المرشد ٥٣٣
نجم المساء ١٩٩ ، ٥٣٣
النجم المركزي ٥٣٣
نجم الهليوم ٥٣٣
نجم الوروار ٥٣٣

نجمى ، نجومى ٥٢ ، ٩٢ ـ ٩٣ ، ١٠١ ، ١٤٧ ـ ١٤٩ ، ١٦٣ ـ ١٦٤ ، ١٦٥ ، ١٦٦ ، ١٦٩ ، ١٩٤ ، ١٩٨ ، ٢٠٨ ، ٢٠٩ ، ٢٢٣ ، ٢٢٤ ، ٢٤٨ ، ٢٥١ ، ٢٨٥ ، ٢٨٧ ، ٣٢٠ ـ ٣٢٦ ، ٣٣٣ ، ٤٤٤ ، ٤٥٤ ، ٤٨٤ ، ٤٨٥ ـ ٤٨٦ ، ٥٣٣ ، ٥٨٥
النجوم ٤٠ ، ٤٢ ، ٤٣ ، ٥٤ ، ٥٨ ، ٦٣ ، ٦٤ ـ ٦٨ ، ٨٧ ، ٩٧ ، ١٠١ ـ ١٠٨ ، ١١٣ ، ١٣٨ ، ١٦٨ ـ ١٦٩ ، ١٨٤ ـ ١٨٦ ، ٢٨٢ ، ٢٩٨ ، ٣٠٢ ـ ٣٠٧ ، ٣٠٧ ـ ٣١٠ ، ٣٤٢ ، ٣٢٠ ، ٣٧٢ ـ ٣٧٤ ، ٣٧٧ ، ٤٨٤ ، ٤٨٦ ، ٤٩٤ ـ ٤٩٦
نجوم الأعجوبة ٥٣٣ ـ ٥٣٤
نجوم ـ R ـ الإكليل الشمالى ٥٣٤
نجوم ألفا كلاب الصيد ٥٣٤
نجوم الباريوم ٥٣٤
نجوم ـ U ـ التوأمين ٥٣٥
نجوم بيتا السلياق ٤٢٦ ، ٥٣٥
نجوم بيتا قيفاوى ٥٣٥
نجوم بيتا الكلب الأكبر ٥٣٥
نجوم ترومبلر ٥٣٥
نجوم ـ RV ـ الثور ٥٣٥
نجوم ـ T ـ الثور ٥٣٥
النجوم الجوالة ٥٣٥
نجوم الحزام ٥٣٦
النجوم الخسان ٥٣٦
نجوم الخطوط المعدنية ٥٣٦
نجوم ـ W ـ الدب الأكبر ٤٢٦ ، ٥٣٦

نجوم - SS - الدجاجة ٥٣٥ ، ٥٣٦
نجوم دلتا الدرع ٥٣٦
نجوم دلتا قيفاوى ٥٣٦ - ٥٣٩
نجوم - Z - الزرافة ٥٣٩
نجوم الزمن ٥٣٩
نجوم زيتا التوأمين ٥٣٩
النجوم السبعة ٢٠٤ ، ٥٣٩
نجوم - RR - السلياق ٥٣٩ - ٥٤٠
النجوم الشاردة ٥٤٠
النجوم الشواذ ٥٤٠
نجوم - W - العذراء ٥٤٠
نجوم - RW - العناز ٥٤٠
نجوم القِلاَّص ٥٤٠
نجوم - UV - قيطس ٥٤١
نجوم الكربون ٥٤١ ، ٥٦٩
نجوم الليثيوم ٥٤١
النجوم المتعددة ٥٥٠
النجوم المتغيرة ٥٤١ - ٥٤٤
النجوم المزدوجة ٥٤٤ - ٥٥٠
النجوم المضاعفة ٥٥٠
نجوم المعلف ٥٥١
النجوم المغلفة ٥٥١
النجوم المغناطيسية ٥٥١
نجوم ميوقيفاوى ٥٥١
نجوم النثرة ٥٥١
نجوم نقيض الغول ٥٥١
النجوم النيوترونية ٥٥١
نًوم وولف رايت ٥٥١ - ٥٥٢
النجمة أم ذيل ٢٤٨ ، ٥٥٢
النجيم ٥٥٢

النحات ٣٤٧ ، ٤٩٠ ، ٥٥٢
النحلة ٥٥٢
نريدى ٥٥٢
نسبة الفتحة ٥٥٢
النسر ٥٥٢
النسر الطائر ٥٥٢ ـ ٥٥٣
النسر الواقع ٥٥٣
نسق كابتين ٥٥٣
نشأة الأجرام السماوية ٥٥٣
النشاط الشمسى ٥٥٣ ـ ٥٥٤
نشأة العناصر الكيماوية ٥٥٤ ـ ٥٥٨
نشأة النجوم ٥٥٨ ، ٥٧٧
نصف الظل ٥٥٨
نصف قطر جرم سماوى ٥٥٨
نصف القطر الأكبر ٥٥٨
النطاق الخالى من السدم ٤٥١ ، ٥٥٨ ـ ٥٥٩
النظائر ١١٠ ، ٥٩٩
النظام الأفق (السمتى) ١٢ ، ٥٩٩
نظام الأحداثيات الأساسى (الثابت) ٥٢٨ ، ٥٥٩
نظام ـ MK و MKK ٥٥٩ ، ٥٧١
النظام البروجى ١٣ ، ٥٥٩
نظام (مجموعة) تداخل ٥٥٩
نظام الكون ٥٥٩ ـ ٥٦١
نظام الكون مع إعتبار مركزية الأرض ٥٦١
نظام الكون فى ضوء مركزية الشمس ٥٦١
النظرية الإضطرابية ٣٨١ ، ٥٦١
نظرية الابيبيسكل ٥٦١ ـ ٥٦٢
النظرية البركانية ٥٦١
نظرية التجمع ٥٦١
نظرية التدوير (الابيبيسكل) ٥٦١ ـ ٥٦٢

نظرية الحالة الثابتة	٥٦٢
النظرية السديمية	٥٦٢
نظرية السقوط	٥٦٢
نظرية الكون الحاوى	٥٦٢
نظرية الماجما (المواد المنصهرة)	٥٦٢
النظرية النسبية	٥٦٣ـ ٥٦٤
نظرية النيازك	٥٦٤
النظير	٥٦٤
نافذة الغلاف الجوى الأرضى	٥٦٤
نقطتى الإعتدالين	٥٦٤ ، ٥٦٥
نقطة الإفلات	٥٦٤
نقطتى التحرر	٥٦٤
نقطتى التنين	٢٨٥ ، ٥٦٤
نقطة التماس	٥٦٤
نقطة الجنوب	٥٦٥
نقطة الحَمَلْ	٥٦٥
نقطة الخريف	٥٦٥
نقطة الربيع	٥٦٥
نقطة الشرق	٥٦٥
نقطة الشمال	٥٦٥
نقطة الغرب	٥٦٥
نقطة الميزان	٥٦٥
نكو	٥٦٦
النماذج الكونية	٥٦٦
نموذج النجم	٥٦٦
نموذج المنبع القشرى	٥٦٦
النهر (نهر إريدانى)	٥٦٦
النوع الطيفى	٢٤ ، ٧٢ ، ٥٦٦ ـ ٥٧٠ ، ٥٦٨
نوع قوة الإشعاع	٥٧٠ـ ٥٧١
النوفا	٥٣١ ، ٥٣٢ ، ٥٧١

نوفولا ٥٧٣

النيبليوم ٥٧٤

نير الإكليل الشمالى ٥٧٤

نيرّ التوأمين ١٨٨ ، ٥٧٤

نير الثريا ٥٧٤

نير السلياق ٥٧٤

نير الفكة ٥٧٤

النيزك ١٣٨ ، ٥٦٤ ، ٥٧٤ ـ ٥٧٦

نيزك حجرى ٥٧٦

نيزك حجرى جيبى ٥٧٦

نيزك حديدى ٥٧٦

نيزك دقيق ٥٧٧

نيزك زجاجى ٥٧٦ ، ٥٧٧

النيوترون ١١٠ ، ٥٥١ ، ٥٧٧

النيوترينو ٢٨٧ ، ٣٣٣ ، ٥٧٧

نيوتن ٤٦٥ ، ٥٠٩ ، ٥٧٧

نيوكومب ٥٧٧

هـ

هارفارد ١٣٠ ، ٤٧٣ ، ٥٧٥

هاركينى ٣٤١ ، ٥٧٧

هال ٥١٤ ، ٥١٧ ، ٥٧٨

الهالة (الشمسيه) ٤٨٦ ، ٥٧٧

هالة الإليكترونات ١١٠ ، ٥٧٧

هاياشى ٥٧٨

هبل ٥٧٨ ـ ٥٧٩

ظاهرة هَبِلْ ٢٧٥ ـ ٢٧٧ ، ٥٧٨ ـ ٥٧٩

هربج ـ هارو ٥ ـ ٦ ، ٥٧٩

الهرتز ١٨٧ ، ٥١٩ ، ٥٧٩

هرتز سبرنج	١١٤ـ ١٢٧ ، ٢٣٣ ـ ٢٣٦ ، ٣٢٧ ، ٥٧٩
هرشل	٥٧٩
الهلال	٧٤ ، ٥٧٩
الهليوتروب	٧ ، ٥٨٠
هليوجرام راديوى	١٨٨ ، ٥٨٠
هليوجرام طيفى	٥٨٠
الهليوستات	٥٨٠
هليوسكوب	٢٠٧ ، ٥٨٠
الهليومتر	٥٨٠
الهندوس	٥٨٠
الهوروسكوب	١٣٤ ، ٥٨٠
هوف مايستر	٥٨٠
هيبارخ	٥٨٠ ـ ٥٨١
هيجنز	٥٨١
هيداجو	٥٨١
الهيدروجين	٢٤٠ ، ٥٠١ ، ٥٨١
هيرمس	٥٨١
هيستيا	٥٨١
هيفل	٥٨١
هيكوبا	٥٨١ ـ ٥٨٢

و

الوحدة الفلكية	٥٨٢
وحيد القرن	٥٨٢
الورل	٥٨٢
الوروار	٥٣٣ ، ٥٨٢
الوزن الذرى	٥٨٢
الوزن المعادل	٥٨٢
الوشق	٥٨٢

وولف ٥٨٢ ـ ٥٨٣

ى

يابيتوس ٥٨٣
يانوس ٥٨٣
يعقوب ٢٨٤ ، ٥٨٣
يمنى الحركة ٥٨٣
يو ٥٨٣ ـ ٥٨٤
يورانوس ١٣٦ ، ٥٨٣ ـ ٥٨٤
يورانيا ٥٨٤
اليوم ٥٨٤ ـ ٥٨٥
اليوم الشمسى ٥٨٤ ـ ٥٨٥
اليوم النجمى ٥٨٥
يونو ٥٨٥

الفهرس الإنجليزي

(A)

Abenezra	3
aberation of light	200 - 202
Abul Wefa	4
absolute magnitude	417
absorption	63 - 64
abscrption spectrum	271
Abulfeda	4
Abulwafa	4
abundances of the elements	252 - 257
abundances of the istopes	257
acceleration	43, 281
accretion	93
accretion theory	561
Acherner	26
achondorite	56
actinometry	368
Adams	26
Adiabatic	26, 129
Adonis	26
advance (motion) of perihelion	184
age determination	94 - 97
age of the moon	299
age of the Universe	299
airglcw	50, 261 - 262
Alamak	58, 300, 301
Al Baironi	57, 77
Al Battany	57, 77
Al Betragius	77
Albedo	79, 86, 280
Albirio	517
Alccr	224, 326
Alcyone	285, 574
Aldebran	176
Alderamin	188
alfonsine tabels	146
Al Fraganus	328
Algenib	150
Alger observatory	472

Algol	189, 326
Alioth	63, 151. 166
Alkaid	341
Alkor	43
Al Khwarismi	173
Almagest	418
Al Manon	424
Almucantarat	58, 491
Alpha Canum Venaticorum	58
Alpha canum Venaticorum stars	534
Alphard	58, 327, 346
Alphecca	574
Alpheratz	189
Altair	57
Altar	457
Altazimuth	26, 222
Altazimuth telescogse	509
altitude	26
Al Tusi	266
Amor	64
Andrcmeda And	465
Andromeda nebula	214 - 27
Andromides	481
Andromide shower	481
Angstrom A°	69
angular measuring instruments	59 - 63
angular velocity	218
annual aberration	202
anomalistic	164
ancmaly	164
Antalgol stars	551
antapex	259, 286
Antares	189, 346
Antilia Ant	491
apastron	73
aperture ratio	552
Apex	481
aphelion	73
Ap, Apo	73
apocenter	73
apogalactikum	73
apcgee	73
Apollo	4
aposelen	73
apparent magnitude	417

apparent places of fundamental stars	63
apparent places of heavenly bodies	517
apse	73
apsides	73
Apus, Aps	263
Aquarius Aqr	183, 203
aquarids shower	183
Aquila Aql	285, 552
Ara Ara	38, 440, 457
Archer	368
Arctur	151, 222
areal brightness	413
Argelander	28
Argo, Argo Navis	219
Ariel	38
Aries Ari	165
Aristarch	28
Areography	75, 147
Armile	38
Armillary sphere	165
arrow	224
artificial earth satellite	359 - 364
artificial satellite	412
Arzachel	194
Ascendont	264
association	92
A-star	529
astro	329
astrobiology	41, 286
astrognosy	299
astronomy	286 - 298
astrograph	41, 114
astrographic Camera	41
astrographic telescope	514
astrography	114
astroid	227, 409 - 9 - 412, 552
Astrolabe	41
Astrolabium	41
astrology	42, 133 - 135, 342
astrometry	41, 368 - 369
astronautic	310 - 316
astronomic	333
Astronomical Almanac	166
astronomical clock	203

astronomical computing institute 419
Astronomical Ephemeries 132
astronomical institute 490
astronomical instruments 8
astronomical photometry 339, 368
astronomical society 147
Astronomical society of Egypt 147
astronomical symbols 190, 286
Astronomical Triangle 428
Astronomical Unit AU 582
astronomy 286 - 298
Astrope 41
astrophysics 339 - 340
Atair 57, 552 - 553
At constant temperature 75
Atlas 52
atmosphere 150, 317
atomic number 282, 283
atomic structure 109 - 112
Auriga Aur 188, 299, 493 - 494
aurora australis 261
aurora borialis 262
australite 73
autumn 170
autumnal equinox 53
autumn point 565
Avicenna 3
Azophi 259

B

Baade 76
background radiation 45
Baily's beads 273
Baker - Schmidt mirror 464
Balmer lines 171
balon astronomy 330
band spectrum 271, 272
Baranard - star 531
Barium stars 534
barried spirals 165
Bear 175 - 176, 283
Bear driver 301
Bear's shower 137
Beehive 490

Bellatrix 465, 521
Belopolski 86
Belt stars 536
Benatnasch 341
Bergdorfer Spectral Durchmusterung 484
Berliner astronomical yearbook 166
Bernice's hair 229
Bessel 86
Be - star 529
Beta Canis Majoris 86
Beta Canis Majoris Stars 535
Beta Cephei 86
Beta Cephei Stars 535
Beta Lyrae 86
Beta Lyrae Stars 535
Beteigeuse, Betelgeuse 1
Bethe - Weizäcker cycle 186
Be - Variables 425
Biela - Comet 463 - 464
Biela - shower 87
bielides 87
big - bang 69, 328
Billitonit 85
bipolar group 440
black body radiation 44
black dwarfs 56
blackening 225
Blashko effect 373
blink comparator 491
blink microscope 491
bolometer 85, 492, 493
bolometric correction 113
bolometric photometer 337
Bonner Durchmusterung 114, 484
Bootes, Boo. 79, 301
bound - bound transition 68
bound - free transition 68 - 69
BM - region 501
Bradley 77
Brahe 77 - 78
Bredichin 78 - 79
Bremsstrahlung 44
brightness 413 - 416
brightness catalog 484
brightness temperature 182

B - Star	429
Ball	142
Burst	69, 279, 342

C

Caelum Cae.	347, 552
Cairo time	137
calcium - argon method	265
calender	130 - 132
Cameloparadalis, Cam.	194
canals of Mars	364
cancer	217
Cancer, Cnc	217
Canis Major, CMa	392
Canis Minor, CMi	391 - 392
Canis Venatici, CVn	391
Canopus	225, 370
Capella	301, 532
Capricornus, Cap	146
Carbon - nitrogen - oxygen cycle	186
carbon stars	541
Carina, Car	143, 342
Cassegrain focus	76
Cassegrain - mirror	464
Cassini	370
Cassini's division	320
Cassiopia, Cas	187, 370
Castor	187, 188, 379, 531, 574
catalog of bright stars	486
catalogue	484
Celaeno	227
celestial directions	4
celestial mechanics	520
celestial sphere	375
celestial wagon	283
Centaurus, Cen	364
center of activity	473
center limb variation	129
central european time	137
central peak	146
central star	533
cepheids	369
cepeids strips	342

Cepheus, Cep	369
Ceres	227
Cetus, Cet	77, 369
Chamaelean, Cha	151
Chandlre	227
Chandler period	186
change of lunar phases	129
character	190
Charioteer	188, 299
chemical composition	112
chemical oven	328
chondorite	409, 576
chromatic aberration	202
chromosphere	375
chronology	376
chronometer	376
Circinus, Cir	78
Circular velocity	219
circumpolar stars	536
circumstellar	166
circumstellar matter	418
Clifts	157
clock	202 - 203
clusters of galaxies	160
clusters of nebulae	160
cluster star	530
cluster variables	425
C - N - O cycle	165
Coal sack	194
Coelostat	221, 227
color excess	326
cclorimetry	97
cllimator	440
collissional excitation	5
color index	182 - 183
color temperature	182
color magnitude diagram	233
Colt	327, 346
Columba, Col.	165
Colures	183
Coma	170, 408
Coma Bernices Com	229
Comet	457 - 463, 553
Comet - sucher	76
Commensurable	428

Companion	87 - 88, 464
Comparator	491
compas	78
computation institute	491
conic sections	342 - 343
conjunction	53
connsaissance de Temp	259
constellation	78, 402 - 408
contact galaxies	430
contact systems	440
continuum	272, 268
contours of the spectral lines	393
contraction	72
convection	137
coordinate measuring machine	150
coordinates	12 - 15
Copernicus	393 - 394
Cordoba Durchmusterung	114
Corona	56, 394
Corona Australis	56
Corona Borealis, Cr B.	56
coronal condemsations	133
corona lines	171
coronograph	189, 375 376, 398, 486
corpuscular radiation	45
correcting plate	417
Corvus, CrV.	310
cosmic	409
cosmic radiation	49 - 50
cosmic rays	49 - 50
cosmic velocity	219, 465
cosmcbiology	376
cosmogony	376 - 383
cosmogram	
cosmology	383 - 388
cosmos	409, 559 - 561
coudé focus	76
counterglow	417
counterweight	582
Crab	217
Crab nebula	210-212, 213
Crane	375
craters	165
Crater, Crt	76

Crepe ring 165
Cross 258
Cross stick 284
cross wire micrometer 520
Crux, Cru 259
C - Star 529
culmination 280 - 281
Cup 76, 370
Cygnus, Cyg. 176, 177

D

dark nebulae 209
daughter molecule 146
day 584
daytine stream 139
declination 521
declination axis 455
degeneracy of gas 168
defect of the image 170
deferent 186
deflection of light 129
Deimos 175
Delphinus Del 182
Delta Cephei 182
Delta Cephei stars 536 - 539
Delta Scuti 182
Delta Scuti stars 536
Deneb 188
Denebola 188, 531
density 374
designation of stars 113
determination of (an) orbit 127 - 129
density of the heavenly body 374 - 375
dew cap 316
distance modulus 491
distance of the hearenly body 478
diameter of a heavenly body 343 - 345
diffuse nebula 214
Dione 186
dipol wall 151
direct 583
direct observation 190
disc population 150
dispersion 99, 342, 368
distase modulus 493

distance law	341
distance of the heavenly body	480 - 481
diurnal aberration	202
diurnal arc	366
D - layer	264
dog	391
Dolphin	182
dome	341
Doppler effect	273 - 274
Dorado, Dor	222
double galaxy	217
Draco, Dra	135
Dracon - points	564
draconic	135, 176
draconids	135
draconid shower	176
dragon	135
dragon points	564
Draper	174
Dubhe	176
dumbbell nebula	213
Durchmusterung	114
dwarfgalaxies	430
dwarf star	532
dyn	175
eagle	285
early spectral classes	72
earth	32 - 38
earth's atmosphere	317 - 320
earth ellipsoid	440
earth shine on the moon	262
east	229
Easter	301
Easter day	89
eastern - european time	137
east point	565
eccentricity	413
eclipse	388 - 391
eclipsing binaries	425 - 427
ecliptic	78
eclipse of the moon	170
ecliptic chart	170
ecliptic map	170
ecliptic shower	137
ecliptic system	559

Eddington 26
Einstein tower 78
E - layer 264
Electron 63
electron halo 578
electron multiplier 493
electron temperature 182
electron volt 63
Elektra 63
elements of the orbit 300
elements synthesis 554 - 558
elevation 26
elevation of the pol 27
El Khawarizmi 172
ellipse 346
ellipsoidal variables 427
elliptical nebula 212
elongation 41
Emden 75
emission nebula 212
emission regions 500
emission spectrum 271
emission star 528
empty univers theory 562
Enceladus 72
english mounting 265
Encke 72
Encke - comet 563
Encke's divission 326
energy 263 - 264
energy production in the stars 64 - 68
english mounting 101, 265
epicyle 75
epicycle theory 561 - 562
ephemeries time 198
epoch 165
equation of light 198
equation of state 490
equation of the center 17, 52, 490
equation of time 490
equator 170
equatorial 42
equatorial coordinates 15
equatorial horizontal parallex 17
equinox 42, 53, 113, 264

equivalence principle	425
Equuleus, Equ	327
erg	27
Eridanus, Eri	566
Eros	75
escape motion	153
escape velocity	217 - 218
Euler	75
Europa	73
evection	129
evening star	533
excitation	5
excitation energy	264
excitation temperature	182
exonova	57, 530
exosphere	57
expansion	5, 133
exteinsions of the cresent of Venus	265
extinction	39 - 40
extragalactic	168
extragalactic nebula	209
extraterrestrial	168
eyepiece	301
eye sensitivity	158

F

faculae	230
facular region	501
Faraday - effect	274 - 275
F - corona	473
field galaxy	439
field mebula	214
field population	150
field star	533
field strength	228 - 229
Filament	320
fillar micrometer	520
finding telescope	481, 509
fireball	375
first point of Aries	565
first point of Libra	565
fish	222
Fishes	165 - 1166, 222
fixed star	530

fixed calcium lines 171
fixed star parallax 26
Flare 89
Flare stars 541
flash syectrum 272
flattening 329
F - layer 265
Floculei 194
flood and ebb 455 - 456
Fly 187, 552
Flying fish 222
focal plane 481
focal length 79
focus 76
Fomalhaut 333
forbidden lines 171
force 366
formation of heavenly bodies 553
Fornax, For 328
fork mounting 265
Fox 141
Fraunhoufer 327
Fraunhofeer Institute 491
Fraunhofer lines 171
free - bbbound transition 68
free - free transition 68
frequency 187
F - spot 82
F - star 529
fundamental caatalogue 484 - 485
fundamental plane 481
fundamental star 528
full moon 77
furrows 157
fussion 69

G

galactic 439
galactic clusters 161
galactic nebulae 210
galactic noise 259
Galilei 144
Galle 143 - 144
gama astronomy 330
gama rays 49

galaxy	430
Ganymed	144
Garnet star	535 — 530
gas pressure	260
gaseous nebulae	209
Gausauss	144
Geber	142
Gemeni, Gem	136
geminids	136
geminid shower	136
Gemma	574
gecgraphic place determination	97 - 98
geoid	440
geocentric	473
geocentric system	561
german mounting	265
Geschichte des Fixsternhimmels	89
Giacobinids	151
giacobinid shower	151
giant	227, 299, 531 - 532
giant branch	328
giant star	531 - 532
Giraffe	194
glass meteorite	577
globular clusters	158 - 160
globular star cluster	158 - 160
globules	376
globus	147
Gnomon	478
goat	146
Göttinger Aktionometrie	368
gradiation temperature	182
granulation	93
grating spectrograph	489
gravitation	143
gravitational waves	518
gravity	368
gravity acceleration	281
great Bear	176
greater dog	392
great red spot	79
great wagon	283
grooves	232
Grotrian	146
ground state	481

group of synspots 440
Grus, Gru 375
G - star 529
guide star 533
guiding 92
guiding star 530, 531
guiding telescope 517
Guthnik 151

H

Hakemite tables 200
Hale 578
Hale observatory 473
Hale telescope 133, 517
half moon 100
half moon quarter 100
Halley 578
Halley - comet 464
halo 578
halo population 150
Hare 38
Harkini 577
Harkinic rule 341
Harvard 577
Harvard classification 130
Harvard observatory 473
haus 517
Hayashi 578
Hayashi line 170 - 171
hearvenly body 146
heavenly twins 136
heavy metal group 444
heat content 5454
Hecuba 581
heliacal 11, 580
heliocentric 473
heliographic latitude and longitude 171
heliocentric system 561
heliometer 580
helioscope 580
heliostat 580
heliotrop 580
helium - method 265
helium - star 533

Helwan observatory	472
Henry - draper catalcg	486
Herbig - Haro	579
Herbig - Haro objects	5 - 6
Hercules, Her	142 - 143
herdsman	79
Hermes	581
Hershel	579
Hertz	579
Hertzsprung	579
Hertzsprung gap	327
Hertzsprung - Russel diagram	233-236
Hestia	581
Hevel	581
Hidalgo	581
high velocity stars	279
Hilda groap	454
HI region	502
Hipparch	580 - 581
history cf astronomy	89
Hoffmeister	580
homogenity	92
homogenity postulate	327
horison	53, 172
Horologium, Hor	85, 203
horoscope	580
horozontal system	12
hour angle	191
hour circle	173 - 174
hour axis	454
Hubble	578 - 579
Hubble effect	275 - 277
Hunter	144 - 145
Hunting dogs	391
Hyaden	346
Hyades	346, 540
Hydra Hya	141, 228
hydrogen	581
hydrogen convective zones	501
hydrogen emission regions	501
Hydrus, Hyi	168
Hygens	581
hypergalaxies	375
hyperbola	345

(I)

Ibn El Haitham	3
Ibn Junis	3 - 4
Icarus	75
Ilkanic tables	200
Ilsabi tables	200
image converter	455
impact theory	562
inclination of the orbit	521
Index Catalogue (I.C.)	484
Indian	580
indirect (intemediate) observaticn	190
Indus, Ind.	580
inertial system	559
infrared	93
infrared astronomy	329 - 330
institute of observations at Helwan	491
instruments	6 - 8
interference	100
interferenzsystem	559
interfermoeter	68, 493 — 493
intergalactic	87
intergalactic matter	418 - 419
intermediate population	150
international Astronomical Union (IAU)	4
interinternational latitude service	464
interplanetary	87
interplanetary gas	301
interplanetary grains	100
interplanetary matter	419 - 420
interplanetary scintillation	90
interstellar	87
interstellar absorption	64
intersteller dust	307 - 310
interstellar dust	307 - 310
interstellar gas	302 - 307
intersttller matter	420 - 424
interstellar molecules	147
ionisation	90 - 91
ionisation energy	264
ionisation temperature	182
ionosphere	75
Iris photometer	327
iron meteorite	576

iron peak	364
iron star	530
irregular variables	427
isophotic wavelength	267
isotherm	188
isothermal	75
isotops	559
J	
Jacob	583
Jacob's rod	284
Janus	583
Japitus	583
Jeans	15
jet	223
jet of the tail	229
jet	223
Jo	583
Jodrell - Bank	151
Julian date	89
Juno	585
Jupiter	482 - 484
jupiterfamily	279
Jupiter's satellites	135 - 136
K	
Kalisto	370
Kant	370
Kapteyn	370
kapteyn system	553
Kepler	370 - 372
Kepler's equation	490
Kepler's laws	364 - 365
Kepler's problem	480
K - corona	473
Khawarizmi	173
Kidinno	375
Kiloparsec	412
Kilowatt	412
Kilowatt - hour	413
kinetic energy	264
Kitte	79, 301
kneeler	142 - 143
knee mounting	113

Kohab 341
Kottamia observatory 472
Krim observatory 472
K - star 529

L

Lacerta, Lac. 285, 582
Laplace 413
late spectral classes 72, 562
latitude 283
latitude effect 89, 273
law of areas 341
law of planetary distances 220 - 221
L - Corana 473
lead method 265
leap year 224
Leo, Leo. 42
Leo Minor, LMi 42
leonid shower 42 - 43
Lepus, Lep. 38
lesser lion 42
level 481
leverier 418
Libra, Lib 519 - 520
libration 98 - 99
libration orbits 456
libration points 564
Lick observatory 472
life on other heavenly bodies 166 - 168
light 260 - 261
light curve 501
light scattering 113
light variation 129
light quantum 392 - 393
light year 224
limb darkening 52 - 53
limiting magnitude 341 - 342
line dislacement 39
line of sight 170
line spectrum 272
lion 42
lithium stars 541
little bear 176
little dog 391 - 392
local groap 443 - 444

local refraction	71
local stellar system	454
local time	198
lunar year	224
luni - solar year	224
longitude	267
luminosity	366 - 367
luminosity class	570 - 571
luminosity function	174 - 175
luminous bands	229
lunar craters	339
lunar cycle	186
lunar month	186
lunar year	224, 130
lunation	186
lumi solar precession	206
luni - solar year	224 - 130
Lupos, Lup	187, 204
Lyman lines	171
Lynx, Lyn	582
Lyot	418
Lyra, Lyr	221
lyre	221
lyrids	221
lyrid shower	

M

Madwar	457
Magellanic clouds	208
magma theory	562
magnetic field	428 - 430
magnetic stars	551
magnetosphere	454
magnification	133
magnitude	341
main sequence	92
main star	531
Maja	424
Maksutov - mirror	464
Maksutov telescope	464
marce	77
Mars	473 - 477
mars canals	364
mars's satellites	135
mass	372

mass atraction	146
mass defect	342
mass - luminosity	374
mass - luminosity relation	286
mass - radius	374
mass - radius relation	286
maximum corona	341
mean sun	248
mechanical equilibrium	127
Megahertz	519
Megaparsec	519
Megrez	491
Mensa, Men	146
Mercury	284
meridian	174, 200
meridian circle	173
meridian passage	280 - 281
Merak	519, 533
Merope	165, 530, 533, 582
Messala	424
Messier	481 - 482
Messier catalog (M.)	484
metagalaxis	424, 519
metal line stars	536
metastable	228
meteor	248 - 251
meteor radiant	496
meteoric theory	564
meteor stream	138 - 140
meteorite	574 - 576
metonic cycle	186
micrometer	520
micrometeorite	577
microphotometer	520
Microscopium, Mic	454, 520
middle spectral classes	220, 265
Milky way	431 - 439
milky way galaxy	440
milky way system	521
Milne	521
Mimas	69
minimum corona	517
Miniscus telescope	409 - 412
minor planet	551
mio cephei stars	

Mira cetei	53
Mirach	79, 150, 190, 346
Mirak	464
Miranda	519
Mira Stars	533 - 534
Mizar	39, 424
MK-, MKK System	559
Mogel - Dellingo effect	275
moldavite	519
molecular spectram	272
moment of momentum	393
momentum	182, 393, 493
Monoceros, Mon.	582
Monochromator	519
month	251
moon	87 - 88, 278, 347
Moon	347 - 358
morning angle	191
morning star	531
motion of heavenly bodies	151-153
motion of the moon	155 - 157
mountain chain	220
mount, mounting	101, 113
mounting error	170
mounting of the instruments	101, 113
Mount Hamilton observatories	466
Mount loky observatories	466
Mount palomar observatories	465
Mount palomar sky atlas	170
Mount stromlo observatories	466
Mount Wilson observatories	466
Mouvement of the pole	112
moving clusters	160 - 161
M - region	501
M - star	529
multiple color photometry	339
multiple stars	550
mural quadrant	58
Musca, Mus	187, 552

N

nadir	564, 565
Nagm Edin	531
nanometer	521

Nautical Almanac	132
nebelium	574
nebula	210
nebular catalog	484
nebular illumination	50
nebular hypothes	562
bebular lines	171
nebular variables	425
Necho	566
Neptune	522
Neptune's satellites	136
Neriede	552
neutrino	577
neutrinoastronomy	333
neutron	577
neutron stars	551
Newcomb	577
New general catalog of nebulae and clusters of stars (NGC)	484
new moon	579
Newton	577
Newtonian focus	76
Newton mirror	465
night	417
night sky light	262 - 263
noctilucent cloud	209
nocturnal arc	478
nocturnal cloud	209
nodes	285
noise strom (s)	301
noon	278
Norma, Nor	481, 493
normal astrograph	41
north	236
north america nebula	212
northern cross	176-177
northern crown	56
northpoint	565
north pcle	343
north pole sequence	92
north star	531
nova	530, 533, 571 - 573
nova - like variables	425
Novula	573
N - star	529

nuclear processes 299
nuclear reactions 299
nucleon number 582
nucleus population 150
nutation 112, 272

O

Oberon 73
object glass 251
objective 251
objective prism 252
oblatness 329
obliquity of the ecliptic 521
observatory 466 - 472
obsidianite 74
occultation of stars 40
Octans, Oct. 142
Octant 142
OH - lines 172
Olbers 74
Omar Khayyam 299
Oort's rotation formulae 490
opacity 281
open clusters 161 - 163
opposition 41
Ophiuchus, Oph 166
optical depth 299
orbital motion 157
orbital period 198
orbit of a heavenly body 456 - 457
orientation with the heavenly bodies
Orion Ori 144 - 145
Orion arm 187
Orion nebula 212 - 213
Orionids 145
orion trapezium 27
orion variables 425
osculating elements 300
osculation's epoch 564
O - star 529
Oven 328

P

Pallas 77

parabola	346
parabolic velocity	219
parallax	19 - 25, 113
parallel	183, 184
parallel of altitude	183
parent comet	463
parent molecule	147
parsec	76
Pavo, Pav.	264
peacock	264
peculiar motion	154 - 155
peculiar stars	540
Pegaseus, Peg.	327
Pendulum clock	203
penumbra	228, 558
peri	342
periastron	54, 165
pericentre	165
perigee	73, 164
perihel	54
perihelion	164
period - luminosity function	175
period - luminosity relation	286
period of revolution	198
periselen	164
perseus, Per	151, 327
perseus arm	187
persids	327
persids shower	327
perturbation	51 - 52
phase	267
phase angle	191
phases	52
phases of the moon	52, 73 - 74
pheccda	327
phobos	333
phoebe,	333
phoenix, phe	301
photoelectric effect	275
photoelectric photometer	337
photoexcitation	5
photographic	333
photographic plate	417
photographic telescope	514
photagraphy	114, 334 - 336

photometer 336 - 337, 493
photometric binary stars 478
photometry 337 - 338, 368
photomultiplier 339
photon 339
photosphere 333
Piazzi 86
Pickering 86
Pictor, Pic. 63
Pisces, Psc 165 - 166, 222
Pisces Austrinus, PsA 166, 223
Planck 83
planck's effective quantum 392
planck's law 341
planet 398 - 402
planetarium 83
planetary 402
planetary configurations 74 - 75
planetary aberration 202
planetary nebula 213 - 214
planetary precession 206
planetary system 443
planetary tables 146
planetoid 409 - 412
plasma 82 - 83
platonic year 324
pleiades 141, 204, 539
pluto 85
pluto's satellite 85, 89
Pogson's luminosity scale 493
point of escape 564
point source model 72
poissons 222
polar aurora 262
polar caps 266
polar distance 79
polaris 85, 343, 530, 532 - 533
polarization 41 - 42
polar night 417
polar rays 49
pole 343
pole effect 275
pole star 532 - 533
popular observatory 472
position angle 191

position astronomy 333
position catalogue 484
position determination 127
position of a heavenly body 518 - 519
positive Miniscus 283
postnova 530
potasium - argon method 265
potential energy 264
power 342
Poynting - Robertson effect 272
praenova 532
praesepe 490, 525, 551
praesepe stars 551
precession 92, 204 - 206
pressure 259
pressure brodaening 5
primary focus 76
principal morning light 262
principal night sky light 263
prismatic astrolabe 41
prism spectrograph 489
Procyon 189, 229
prominance 522 - 524
prominance spectrograph 490
prominance spectroscepe 473
proper motion 153 - 154
proion 78
proton - proton 78
proton - proton reaction 129
protoplanet 402
protostar 529
proxima centauri 54
P - spot 82
Ptolomy 79
Pullux 188
Pulkowo 85
pulsar 83 - 85
pulsars 496
pulsation 522
Pupis, Pup 394, 424
pyreheliometer 86
Pyxis, pyx 85

Q

Quadrant 58, 478

Quadrantids	478
quadrantid shower	478
quantity of motion	182, 393
quasar (s)	393, 494 - 496

(R)

Rabbi Levi	188
radial velocity	218
radiant	496
radiation	43 - 44
radiation belts	15
radiation energy	264
radiation laws	365 - 366
radiation pressure	259 - 260
radiative equilibrium	127
radio - astronomical instruments	9 - 11
radioastronomy	330 - 331
radio echo	258
radio - echo method	265
radiofrequency radiation	45 - 48
radiogalaxy	430
radioheliogram	188, 580
radiointerferometer	493
radiometric magnitude	417
radioradiation	48
radio source	496 - 500
radio star	531
radio scintillation	90
radiostrum	279
radio telescope	133
radio window	521
radius of a heavenly body	558
ram	165
Ras Algathi	189
Ras Alhague	189
R - corona	398
R Coronae Borealis stars	534
recombination	39, 52
reddening	133
red shift	38 - 39
reflection	69
reflection nebulae	210
reflector	509 - 415
refraction	70 - 72
refractor	515 - 517

Regulus	346, 493, 533
Remeis - observatory	472
repulsive force	368
resolving power	129
restricted problem	480
Rhea	190
Reticulum, Ret	228
retrograde	100
rotation	184
ridges	220
Rigel	189
right ascension	486
rills	157, 172, 232
ringmicrometer	520
ring nebula	213
rising	229
river Eridanus	566
Römer	190
Röntgenastronomy	332
röntgen rays	49
rotation	184
rotational momentum	283
rotational parallax	19
rotation of stars	184 - 186
R - region	496
RR lyrae stars	539 - 540
R - star	529
Rudolfine Tables	146
runaway stars	540
Russell	189
RV Tauri stars	535
RW Aurigae stars	540

S

Sagitta, Sge	224
Sagittarius, Sgr	368
Sagittarius arm	187
Saha	203
Salpeter reaction	129
Saros	186
Satellite	87 - 88, 347
Satellites	56
Saturn	191 - 194
Saturn rings	165
Saturn's satellites	135

scale	519 - 520
Schiapanelli	252
Schedir	258
Schmidt	248
Schmidt mirror	464
Schmidt telescope	464
school observatory	472
Schwarzschild	257 - 258
Scintillation	89 - 90, 112
scorpion	285
Scorpius, Sco	285
Sculptor, scl	490
Scutum, Sct	100 - 101, 182
Scutum cloud	208
Sea monster	77, 369
Sea Serpent	228
Sea sons	328 - 329
second of parallax	141
secular	342
secular aberation	202
seeing	283
Seeliger	202
selected areas	478, 496
selective extinction	40, 64
selenography	147, 277
Semeis	277
Semeis observatory	472
Seleucus	227
semi - regular variables	427 - 428
semi major axis	558
series limit continuum	272
Serpens, Ser	142, 168
serpent	142, 168
serpent - bearer	166
setting	310
setting angle	191
seven stars	539
sexangulation	113
Sextans, Sex	209
sextant	209
seyfertgalaxies	430
Shadow bands	277
Shain	227
shell source model	566
shell stars	551

ship Argo 219
shooting star 248 - 251
shower meteor 251
Schwarzschild 257 - 258
sidereal day 585
sidereal year 224
sidereal time 198
Sidhanta 223
sidrostat 227
Sirius 229 - 230, 533
Sirrah 189, 219, 227
six colour photometry 338
sky 221 - 222
sky patrol 464
sky survey 464
slit spectrograph 489
slow down radiation 44
solar 248
solar activity 553 - 554
solar clock 203
solar constant 140 - 141
solar corona 394 - 398
solar day 584 - 585
solar eclipse 391
solar flare 266
solar observations 27 - 32
solar parallax 17 - 19
solar physics 339
solar spectrum 272
solar survey 464
solar system 440 - 443
solar terrestrial relation 278 - 279
solar time 198
solar tower 78
solar wind 190
solar year 224
solistium 69 - 70, 70
solstice 69 - 70, 70
south 150
southern crown 56
southern fish 166, 223
south point 565
south pole 343
space 329
space flight 189

space velocity	219
spectralanalysis	99 - 100
spectral catalog	484
spectral classification	130
speetral lines	26, 171
speetral photometry	368
spectral type	566 - 570
spectral window	521
spetro - apparatus	150
spectrograph	486 - 489
spectroheliograph	207
spectroheliogram (s)	258 - 259, 580
spectrometer	207
spectrometry	207
spectroscope	206
spectroscopy	206 - 207
spctrum	267 - 271
spectrum variables	425
sphere	375
spherical aberration	202
spherical astronomy	332
spica	222, 223
spicule	223
spiral arms	26
spiral nebula	213
spiral system	440
spots component	473
spring equinox	53
SS Cygni stars	536
S - star	529
Standard time	198
star	725 - 527
star atlas	52
star catalog	208, 333, 485 - 486
star chains	285 - 286
star cloud	209
star clusters	163 - 164
star colours	58
star formation	558
star free	168
star free zones	327
Stark	228
Stark effect	274
star maps	168 - 169, 170
star model	566

star names 43
star number 282
star stream 138
state diagram 232
steady state theory 562
Stefan - Boltzman law 341
stellar 533
stellar association (s) 92 - 93
stellar astronomy 333
stellar atmosphere 320 - 326
stellar characteritis 1 - 3
stellar evolution 114 - 127
stellar magnitudes 54
stellar masses 372 - 374
stellar populations 147 - 149
stellar statestics 16 - 17
stellar structure 101 - 109
stellar system 444 - 454
step method 129 - 130
stereo comparator 491
stony meteorite 576
straight stick 284
stratosphere 207
Stromgeren 208
strontium method 265
Struve 207
subdwarfs 94
subgiants 93 - 94
Suha 224
summer 258
summer triangle 428
sun 236 - 248
sunspot 79 - 82
sunspot number 282
sumspot prominence 524
sunspots 392
supergiant 339, 532
supernova 225 - 227, 531, 532
super - Schmidt mirror 464
swerdfish 222, 223
symbol 190
synchrotron radiation 49
synodic 53
system of rays 440
syzgies 5

(T)

tail	188
tail condensation	208
T - association	92
Taurus, Tau	142
Taurus shower	137
Taygeta	90
tectite	133
telescope	502 - 509
Telescopium, Tel	133
temperature	177 - 182
temperature gradiant	264
terminator	151
terra	38
Tethys	140
Thabet Ben Korrah	140
theory of relativity	563 - 564
thermal energy	264
thermoelement	300
three body problem	153, 479 - 480
three color photometry	368
three - grad - kelven radiation	44
tides	455 - 456
time	137, 194 - 198
time stars	539
Titan	140
Titania	140
Titius - Bode	140
topocentric	137, 501
totality	392
tower telescope	509
transit instrument	59
transmission of the atmosphere	564
trans - plutonian planet	100, 424
trapezium	491
triangle	428
Triangulum, Tri	428
Triangulum Australe, Tra	428
triangulation	92
triqueturm	481
Triton	113
tropic	172, 456, 547
troposphere	112
trojans	112 - 113
troyan group	112 - 113

true sun	248
Trümpler stars	535
T - Tauri stars	535
turbulence theory	561
turbulent	486
tubus	64
Tucana, Tuc	267
tweilight	231 - 232
twinkling	89 - 90
21cm hydrogen line	170
two body problem	153, 478 - 479
Tyconic star	530

U

UBV system	559
U Gemenorium stars	534 - 535
ultrared	339
ultraviolet	339
umbra	277, 501
Umbriel	63
UM - regions	501
univers	409, 559 - 561
universal instrument	58
universal time	137
univers postulate	280
urania	584
uranometry	368
uranus	583 - 584
uranus's satellites	136
Ursa Major, UMa	176
Ursa Major cluster	160
Ursa Minor, UMi	176, 283
ursids	176
ursid shower	
UV Cetei stars	541

V

Van Allen belt	16
variables	425
variable stars	541 - 550
variation	129
vault of heaven	341
Vela, vel	228 - 229
velocity	217

velocity elliposid 440
velocity of light 218 - 219
Venus 198 - 200
vernal equimox 565
vertical circle 174
Vesta 340
Virgin 283
Virgo, vir 283
viclet shift 38
visual 79
visual photometer 337
visual photometry 338
Vogel 339
Volans, Vol 222
volcanic theory 561
Vulpecula, Vul 141 - 142

W

walled plains 40, 145
wandering star (s) 531, 535
watch 202 - 203
water - bearer 183, 203
water - carrier 183, 203
water man 183, 203
water snake 228
wavelengths 52
week 39
Wega 369, 553, 574
west 310
west - european time 137
west point 565
whale 165 - 166
white dwarfs 54 - 56
Widmannstäten 339
Widmannstätten figures 50
winged horse 327
wings of the spectral lines 6
winter 228
wolf (constl) 187, 204
Wolf 582 - 583
Wolf - Rayet stars 551 - 552
work 230
world 409
world models 566
W - star 530

W - Ursa Majoris stars 536
W Wirginis stars 540

Y

year 223 - 224
year book 166
Yerkes - observatory 473

Z

Zagut 191
Z - cameloparadies stars 539
Zeeman effect 274
zenith 222
zenith distance 478
zenithal refraction 71
zenithtelescope 409
Zeta Geminorium stars 539
Zig 200
zodiac 78, 172 - 173
zcdiacal light 261
zonl time 198
zone of avoidence 558 - 559
Zonenkatalog der astronomische Geselshatt 484

الفهرس الفرنسي

A

Abenezra	3
aberration annuelle	202
aberration de la lumière	200 - 202
aberration chromatique	202
aberration diurne	202
aberration planétaire	202
aberration séculaire	202
aberration sphérique	202
absorption	63 - 64
absorption interstellaire	64
absorption sélective	64
abondance des élements	252 - 257
abondance des isotcpes	257
Abulfeda	4
Abul Wefa	4
accélération	43, 281
accélération de la pesanteur	281
accrétian	93
Acherner	26
achondorite	56
actinométrie	368
activité solaire	553 - 554
Adams	26
adiapatique	26. 129
Adonis	26
âge de la lune	299
âge de l'univers	299
aigle	285, 552
ailes des raies	6
aires choisies	478, 496
aires de Kapteyn	478
Alamak	58, 300, 301
Al Baironi	57, 77
Al Battani	57, 77
albedo	79, 86, 280
Albirio	517
Alcor	326
Alcyone	285, 574
Aldebran	176
Alderamin	188
Algenib	150

Alfraganus 328
Algol 189, 326
Alioth 63, 151, 166
Alcor 224
Alkaid 341
Alkhwarismi 172
Alkor 43
allongement des cornes de Vénus 265
Almagest 418
Al Manan 424
Almucantarat 58, 491
Alpetrogius 57, 77
alpha canum Venaticorium 58
alpha canum Venaticorium stars 543
Alphard 58, 327, 346
Alphecca 574
Alpheratz 189
Altar 38, 440, 457
Altair 222
altazimutk 26, 222
Al Tusi 266
amas de galaxies 160
amas en mouvement 160 - 161
amas galactiques 161
amas globulaire 158 - 160
amas ouvert 161 - 163
amas stellair 163 - 164
amas Ursa Major 160
Amor 64
Andromeda, And 465
andramède 465, 481
andromides 481
angle de phase 191
angle de position 191
angle de soir 191
angle horaire 191
angle matinal 191
Angstrcm 69
an, année 223 - 224
anneau de saturne 165
anneaux de crêpe 165
année bissextile 224
année lumière 224
année lunaire 224
année luni - solaire 224

année platonique 224
année sidériale 224
année solaire 224
annaire astronomique 166
annaire astronomique Berlinaire 166
anomalie 164
anomalistique 164
antalgol stars 551
Antares 189, 346
antiapex 259, 286
Antilia, Ant 491
apastre 73
apex 481
aphélie 73
aplatissement 329
ap 73
apo 73
apex 481
aphélie 73
apogalacticum 73
apogée 73
apogée & périgée 73
Apollo 4
aposelen 73
apparent places of fundamental stars 63
apparent places of stars and heavenly bodies 517
apse 73
apsides 73
Apus, Aps 263
aquarids 183
Aquarius, Aqr 183, 203
Aquila, Aql 285, 552
Ara, Ara 38, 440, 457
arc diurne 366
arc nocturne 478
Arctur 151, 222
areographie 75, 147
Argelander 28
Argo 219
Argo Navis 219
Ariel 38
Aries, Ari 165
Aristarch 28
arme du Sagittaire 187
Armile 38

Arzachel 194
asendant 264
ascension droite 486
association 92
association stellaire 92 - 93
association - T 92
assombrisement du bord 52 - 53
astre 329
astrobiologie 41, 286
astrognosie 299
astrographe 41, 54
astrographe Normal 41
astrographie 114
astroid 409 - 412, 552
astéroide 227
astrokamera 41
astrolabe 41
astrolabe à prisme 41
astrolabium 41
astrologie 42, 133 - 135, 342
astrométrie 41, 368 - 369
astronautique 310 - 316
astronomical almanac
astronomical ephemeries 132
astronomie 286 - 298
astronomie de position 333
astronomie sphérique 332
astronomie stellaire 333
astronomique 333
Astrope 41
astrophysique 339 - 340
Atair 57, 552 - 553
atelier du Sculpteur 490
Atlas 52
atlas 52
atlas des Etoiles 52
atmosphère 150, 317
atmosphère stellaire 320 - 326
atmosphère terrestre 317 - 320
attraction de la masse 146
Auriga, Aur 188, 299, 493 - 494
aurore australe 261
aurore boréale 262
aurore polaire 262
australite 74

autel	38, 440, 457
automme	170
Avicenna	3
axe de déclinaison	455
axe horaire	454
Azophi	259

B

Baade	76
balance	519 - 520
baleine	77, 369
ballon astronomie	330
bande de lumiere	228
bandes cephéides	342
bâton de Jacob	284
bâton croixier	284
bâton droit	284
bélier	165
Bellatrix	465, 521
Belopolski	86
Benatnasch	341
bergdorfer spektral Durchmusterung	484
Bessel	86
Beta Canis Majoris	86
Beta canis Majoris stars	535
Beta cephei	86
Beta cephei stars	535
Beta Lyrae	86
Beta Lyrae stars	525
Beteigeuse, Betelgeuse	1
Bethe - weizäeker Zuklus	186
Be variables	425
Biélides	87
Big - bang	69, 328
Billitonit	85
binaires photometriques	478
blink comparateur	491
blink microscope	491
bolide	375
bolomètre	85, 492, 493
Bonner Durchmusterung	114, 484
Bootes, Boo	79, 301
boussole	85
bouvier	79, 301
Bradley	77

Brahe 77 - 78
branche du géante 328
bras der Persée 187
bras d'Orion 187
bras spirale 26
Bredichin 78 - 79
bremsstrahlung 44
bruit galactique 258
burin du graveur 347
burst 69, 342

C

Caelum, Cae 347, 552
calendrier 130 - 132
calottes polaires 266
caméléon 151
cameloparadalis, Cam 194
canaux de Mars 364
Cancer, Cnc 4
Cancer 217
Canis Major, CMa 392
canis Minor, CMi 391 - 392
Canis Venatici, CVn 391
canopus 225, 370
Capella 301, 532
capricone 146
capriconus, Cap 146
caractéristiques stellaires 1 - 3
carbon stars 541
carte céleste 170
caréne 143, 342
Carina, Car 143, 342
carte du céleste 52
carte du, ciel 168 - 169
carte ecliptique 170
cassini 370
cassiopée 187, 370
Cassiopia, Cas 187, 370
castor 187, 188, 370, 531, 574
catalog of bright stars 486
catalogue 484
catalogue d'éclat 484
catalogue des étoiles 208, 333, 485 - 486
catalogue de Messier 484

catalogue des positions 484
catalogue fondamental 484
catalogue nebulair 484
catalogue spectral 484
Celaeno 227
ceintures de radiation 15
ceintures de Van Allen 16
centaure 364
Centaurus, Cen 364
centre d'activité 473
céphée 369
cépheids 369
cepheids 369
Cepheus, Cep 369
cercle de hauteur 183
cercle horaire 173 - 174
cercle mérdien 173
cercle vertical 174
Ceres 227
Cetus, Cet 77, 369
chaine de montagne 220
chaines stellaires 285 - 286
Chamaeleon Cha 151
champ magnétique 428 - 430
Chandlre 227
changement des phases de la lune 129
chercheur 481, 509
chercheur des comètes 76
chevalet du peintre 63
chevelure 170, 408
chevelure de Bérenice 229
chien 391
chiens de chasse 391
chondorite 409, 576
chromosphére 375
chronographe 189, 375 - 376
chronologie 376
chronomètre 376
ciél 221 - 222
Circinus, Cir 78
classe de luminosité 570 - 571
classe spectrale 566 - 570
classes spectrales avancées 72
classes spectrales moyennes 72
classes spechrales retardés 72

classification de Harvard	130
classification spectrale	130
C-N-O cycle	165
cocher	89
coleures des étoiles	58
coelostat	221, 227
collimateur	440
colombe	165
colorimétrie	97
columba, Col	165
colures	183
Coma Bernices, Com	229
comète	457 - 463, 553
comète de Biela	463 - 464
comète d'Encke	463
comète d'Halley	464
comète - mèr	463
commensurable	428
compagnon	464
comparateur	491
compas	78
composant des taches	473
composition chemique	112
condensation de la queue	208
condensations coronales	133
configuration des Planètes	74 - 75
conjonction	53
connaissance de Temp	259
constant solaire	140 - 141
constellation	78, 402 - 408
contenu de chaleur	454
continuum	272
continuum a limit de la série	272
contours de raies	393
contraction	72
contre - poids	582
convection	137
coordonnées	12 - 15
coordonnées équatoriales	15
Copernicus	393 - 394
corbeau	310
cordoba Durchmusterung	114
Corona Australis, CrA	56
Corna Borealis, CrB	56
cororographe	398, 486

corps céleste	146
correction bolométrique	113
corps astre	146
Corvus, Crv	310
cosmique	409
cosmobiologie	376
cosmogonie	376 - 383
cosmogram	376
cosmologie	383 - 388
cosmos	561
coucher	188, 299, 310
couleur des étoiles	58
coupe	76, 370
couple thermoélectrique	300
coupole	341
courant d'étoiles	138
courbe de lumière	501
couronne	56, 394
couronne australe	56
couronne boréale	56
couronne de minimum	59
couronne - F	473
couronne - K	473
couronne - L	473
couronne maximum	341
couronne - R	398
couronne solaire	394 - 398
Crater, Crt	76
cratère	165
cratère lunaire	339
création des étoiles	558
crépuscule	230 - 232
crêtes	220
criques lunaires	40, 145
croix du sud	258
Crux, Cru	258
culmination	280 - 281
cycle - Bethe - Weizächer	100
cycle de Saros	186
cycle de carbone	186
cycle lunaire	186
cygne	176 - 177
Cygnus, Cyg	176 - 177

D

date julienne	89
dauphin	182
décalage des raies	39
declinaison	521
défaut de masse	342
déferent	186
dégénérsation de gaz	168
Deimos	175
Delphinus, Del	182
Delta Cephei	182
Delta cephei stars	536 - 539
Delta scuti	182
Delta scuti stars	536
demi - grand axe	558
demi - lune	100
Deneb	188
Denebola	188, 259, 531
densité	374
densité du corp céléste	374 - 375
deplacement vers la rouge	38 - 39
deplacement vers la violet	38
désignation des étoiles	113
détermination de l'âge	94 - 97
détermination de la position	127
détermination de place geographique	97 - 98
détermination d'une orbite	127 - 129
déviation des rayons lumineux	129
diagramme couleur - magnitude	233
diagramme d'état	232
diagramme de Hertzsprung - Russel	233 - 236
diametre du corps céleste	343 - 345
diffusion de la lumière	113
Dione	186
direct	583
directions celestes	4
dispérsion	99, 342, 368
distance du corps céleste	478
distance - module	493
distance polaire	79
distance zénithale	478
division de Cassini	326
division d'Encke	326
dorade	222, 223

Dorado, Dor 222
double stars 544 - 550
Draco, Dra 135
draconids 176
draconiés 135
draconique 135, 176
dragon 135
Draper 174
Dubhe 176
dummble nebula 213
Durchmusterung 114
dyne 175

E

échelle de luminosité de Pogson 492
écho radioélectrique 258
éclat 413 - 416
éclat d'aire 417
éclipse 388 - 391
éclipse de la lume 170
éclipse solaire 391
écliptique 78
écrivisse 4, 217
écu de sobiesky 100 - 101, 182
Eddington 26
effet Blashko 273
effet de latitude 89, 273
effet Doppler 273 - 274
effet du pole 275
effet Faraday 274 - 275
effet Hubble 275 - 277
effet Mogel - Dellingo 275
effet photoélectrique 275
effet poynting - robertson 272
effet stark 274
effet Zeeman 274
élargissment par pression 5
Electra 63
élection 63
éléctronn - volt 63
élements d'orbite 300
élements osculateurs 300
El Khawarizmi 172
ellipse 346

ellipsoïde de vitesse	440
ellipsoïde terrestre	440
élongation	41
Emden	75
Enceladus	72
énergie	263 - 264
énergie cinétique	264
énergie d'excitation	264
énergie d'ionisation	264
émergie de rayonnement	264
énergie potentielle	264
émergie thermique	264
épaisseur optique	299
épicycle	75
époque	165
époque osculateurs	564
équation d'état	490
équation de Kepler	490
équation de la lumière	198
équation du centre	490
équation du temps	490
équateur	170
équatorial	42
équerre	481, 493
équilibre mecanique	127
équilibre raditif	127
équinoxe	42, 53, 113, 564
équinoxe automnal	53
équinoxe vernal	53
Equuleus. Equ	327, 346
erg	27
eridan	566
Eridanus, Eri	3
équilibre mecanique	127
équilibre raditif	127
équinoxe	42, 53, 113, 564
équinoxe automnal	53
équinoxe vernal	53
Equuleus, Equ	327, 346
erg	27
eridan	566
Eridanus, Eri	566
Eros	75
erreur de figure	170
erreur de montre	170

espace	329
essaim de metéores	138 - 140
essaim diurne	138
essaim du Taureau	137
essaim écliptique	137
essaim Oursique	137
est	229
état normal	481
été	258
étoile	525 - 527
étoile - A	529
étoile à spectre variable	425
étoile - B	529
étoile - Be	529
étoile - C	529
étoile centrale	533
étcile d'emission	528
étoile de grenat	530
étoile d'Helium	533
étoile de l'amas	530
étcile de Tycho	530
étoile du matin	531
étoile du nord	531
étoile du soir	533
étoile- F	529
étoile fereuse	530
étoile fixe	530
étoile flèche	531
étoile fondomentale	538
étorile - G	529
étoile guide	530, 531, 533
étoile - K	529
étoile - M	529
étoile - N	529
étoile naine	532
étoile non - membre	533
étoile - O	529
étoile polaire	532 - 533
étoile principale	531
étoile promineuse	531
étoile - R	529
étoile radio	531
étoile - S	529
étoiles à grand vitesse	279
étoiles circumpalaires	536

étoiles de barium	536
étciles de ceinture	536
étoiles de wolf - Rayet	551 - 552
étoiles horaire	539
étoiles multiples	550
étoiles promineuses	535
étoile temporaire	533
étoiles variables	541 - 544
étoile vide	168
étoile - W	530
Euler	75
Europa	74
évection	129
ever	229
évolution des étoiles	114 - 127
excentricité	413
excès de couleur	326
excitation	5
excitation par collision	5
exonova	57, 530
exosphère	57
expannsion	5, 133
extinction	39 - 40
extinction sélective	40
extragalactique	168
extraterreste	168

(F)

facules	230
famille jupitaire	279
fênètre spectrale	521
figures de Widmanstätten	50
filament	326
fissures	157, 232
flare	89
flare solaire	266
flare stars	541
fléche	224
floculei	194
fonction de luminosité	174 - 175
Fomalhaut	333
fonction de luminosité	174 - 175
fonction de periode et luminosité	
force	366
force de répulson	368

formation des élements 554 - 558
formation des corps céleste 553
formules rotationelles d'Oort 490
Fornax, For 328
forneaux 328
forneaut chic chimique 328
frequence 187
foyer 76
foyer cassigrénaire 76
foyer coudé 76
foyer primaire 76
fusion 59
Fraunhoufer 327
Franhoufer institut 491

G

galactique 439
galaxie 430
galaxie de champ 439
galaxies de seyfert 430
galaxie double 217
golaxies en contact 430
gadaxies naine 430
galaxie spirale 440
Galilei 144
Galle 143 - 144
gamma astronomie 330
Ganymed 144
gaz interplanetaire 301
gaz interstellaire 302 - 307
Gauss 144
géante 227, 299, 531 - 532
Geber 142
gémeaux 136
Gemeni, Gem 136
géminides 136
Gemma 574
generation d'energie dans les étoiles 64 - 68
géocentrique 473
géoide 440
Geschichte des Fixsternhimmels 89
giacobinids 151
giraffe 194
glasmetorite 477

globules	376
globus	147
gnomon	478
Göttenger Aktionometrie	368
gradient de témpérature	264
grains de Baily	273
grains interpanétaires	100
grains interstellaires	100
grand chien	392
grande ourse	176, 283
grandissement	133
granulation	93
gravitation	143
grossissement	133
Grotrian	146
groupe bipolaire	440
groupe de Hilda	454
groupe des métaux lourds	444
groupe de taches solaire	440
groupe locale	443 - 444
groupe troyen	112 - 113
grune	375
Grus, Gru	375
guidage	92
Guthnik	151

H

Hakemite tables	200
Hale	578
Halley	578
halo	578
halo électronique	578
Harkini	577
Harvard	577
haus	517
hauteur	26
hauteur du pôle	27
Hayashi	578
Hecuba	581
héliaque	11, 580
héliocentrique	473
héliograme radioélectrique	
héliomètre	580
hélioscope	580

héliostat	580
héliotrop	580
Henrey - Draper catalog	486
Herbig - Haro	579
Hercules, Her	142 - 143
Herule	142 - 143
Hermes	581
Hershel	579
Hertz	579
Hertzsprung	579
Hestia	581
heure	194 - 198
heure de Caire	137
heure de l'Europe centrale	
heure de l'Europe occidentale	137
heure de l'Europe orientale	137
Hevel	581
Hidalgo	581
Hipparch	580 - 581
histoire de l'astronomie	89
hivers	228
Hoffmeister	580
homogénéisation	92
horizon	53, 172
horologe	85, 202 - 203
horologe astronomique	203
horologe solaire	203
Horologiun, Hor	85, 203
horoscope	580
Hubble	578 - 579
hyaden	346
hyades	346, 540
Hydra, Hya	141, 228
hydrae femelle	141, 228
hydri australe	168
hydrogène	581
Hydrus, Hyi	168
Hygens	581
Hypergalaxis	375
hyperpole	345
hypothése de l'accrétion	561
hypothése météorique	562
hypothése météorique	562
hypothése nebulaire	562

I

Ibn El Haitham 3
Ibn Junis 3 - 4
Icarus 75
Ilkanic tables 200
Ilsabi tables 200
inclinaison de l'orbite 521
Index catalogue 484
indice de couleur 182 - 183
indien 580
Indus, Ind 580
inégalité 51 - 52
inégalité de la Lune 17, 52
inertialsystem 559
infrarouge 93
infrarouge astronomie 329 - 330
institut astronomique 490
institul de calcul 491
institut de calcul astronomique 491
institut of observations at Helwan 491
instrument de passages 49
instrument pour mesurer des angles 59 - 63
instrument universel 58
instruments 6 - 8
instruments astronomiques 8
instruments radio - astronomiques 9 - 11
intensité du champ 228 - 229
interférence 100
interferenzsystem 559
interféromètre 68, 492 - 493
intergalactique 87
interplanétaire 87
interstellaire 87
ionisation 68 - 69, 90 - 91, 264
ionsphère 75
isotopes 559

J

Jacob 583
Janus 583
Japitus 583
Jeans 151
jets 223

Jo 583
Joderal - Bank 151
jour 584
jour sidereal 585
jour solair 584 - 585
juno 585
jupéter 482 - 484

K

Kalisto 370
Kant 370
Kaptayn 370
Kepler 370 - 372
Kepler problem 480
Khawarismi 172
Kidinnu 345
kiloparsec 412
kilowatt 412
kilowatt - heure 413
Kohab 341

L

Lacerta, Lac 285
lacune der Hertzsprung 327
lame correctrice 417
Laplace 413
latitude 283
latitude et longitude héliographique 171
Leo, Leo 42
Leo Minor, LMi 42
léonides 42 - 43
Lepus, Lep 38
Leveriér 418
lézard 582
Libra, Lib 519 - 520
libration 98 - 99
licorne 582
lièvre 38
ligne de visée 170
lignes fixes du calaium 171
lignes d'OH 172
lignie de Hayashi 170 - 171
lithium stars 541
loi de distance 341

loi des aires 341
loi sdes distances des planètes 220 - 221
loi du stefan - Boltzman 341
loi de planck 341
loi du rayonnément 365 - 366
lois de képler 364 - 365
longitude 267
longueur d'onde 52
longueur d'onde iosphotique 267
longueur focale 79
loup 187, 204
lueur antisolaire 417
lueur atmosphérique 50, 261 - 262
lueur nebulaire 50
lumière 260 - 261
lumière du ciêl nocturne 262 - 263
lumière coudrée 262
lumière principale du mation 262
lumière principaux du ciel nocturne 263
lumière zodiacale 261
luminosité 366 - 367
lunaison 186
lunation 186
lune 347
Lune 347 - 358
lunette 502 - 509
lunette altazimut 509
lunette de quidage 517
lunette zéunithale 509
Lupus, Lup 187, 204
Lynx, Lyn 582
Lyot 418
Lyra, Lyr 222
lyrids 222

M

machine de mesure de coordonner 150
machine pneumatique 491
Madwar 457
magnetic stars 551
magnetosphére 454
magnitude 341
magnitude absobute 417
magnitude apparente 417

magnitude limite	341 - 342
magnitude radiométique	417
magnitude stellaire	54
Maja	424
marées	146, 455 - 546
Mars	473 - 477
masse	372
masse - luminosité	374
masse - rayon	374
masses stellaire	372 - 374
mattière circumstellaire	418
mattière intergalactique	418 - 419
mattière interplanétaire	419 - 420
mattière interstellaire	420 - 424
mécanique céleste	520
megahertz	519
megaparsec	519
Megrez	491
mènsique convergent	283
Mensa, Men	146
mer	77
Merak	533
Mercure	284
méridien	174, 200
Merope	582, 165, 533, 520
Messala	424
Messier	481 - 482
metagalaxis	424, 519
metal line stars	536
métastable	228
météore	248 - 251, 273
météorite	574 - 576
métécre d'essam	251
météorite ferreuse	576
météorite pierreuse	576
méthode calcium - argon	265
méthode de degrés (d'Argelandre)	129 - 130
méthode d'helium	265
méthode de plomb	265
méthode de potasium - argm	265
méthode de strontium	265
micrométéorite	577
micromètre	520
micrometre a croisée des fils	520

micromètre annulaire 520
microphotomètre 520
microscope 454, 520
Microscopium, Mic 454, 520
midi 278
Milne 521
Mimas 521
Mio cephei stars 551
Mira 53
Mira cetei 53
Mirach 79, 150, 190, 346
Mira - étoiles 533 - 534
Mirak 464
Miranda 519
miroir cassegrainean 464
miroir Baker - Schmidt 464
miroir de Newton 465
miroir super - Schmidt 464
Mizar 39, 424
modèle à source ponctuelle 72
modèle à source en couche 72, 566
modèle d'étoile 72, 566
modèles mondiales 566
module de distance 491
mois 251
moldavite 519
molécule fille 146
molécule mèr (parente) 147
molécules interstellaires 147
moment angulair 393
moment de rotation 283
Monoceros, Mon 582
monochromateur 519
montage de genou 113
montre 202 - 203
monture 101, 113
monture allemande 265
monture à fourche 265
monture anglaise 101, 265
monture des instruments 101, 113
mouche 552
Mount - Palomar sky atlas 170
mouvement de la lune 154 - 157
mouvement de libration 153

mouvement des corps céleste 151 - 153
mourement du Périhélie 184
mouvement du pôle 112
mouvement orbital 157
mouvement particlier 154 - 155
mouvement propre 153 - 154
multiplicateur électronique 493
mur de dipôle 151
Musca, Mus 552

N

Nadir 565
naine blanche 54 - 56
naines noires 56
Nagm Edin 531
nanometre 521
nautical almanac 132
Navir Argo 219
nebelium 574
New general catalog of nebula and clusters of stars 484
nébuleuse 210
néuleuse annulaire 213
nébuleuse d'amérique du Nord 212
nébuleuse d'Andromède 214 - 217
nébuleuse de champ 214
nébuleuse diffuse 214
nébuleuse du crabe 210 - 212, 213
nébuleuse d'orion 212 - 213
nébuleuse elliptique 211
nébuleuse par émission 212
nébuleuse planétaire 213 - 214
nébuleuse spirale 213, 440
nébuleuses extragalactiques 209
nébuleuses galactique 210
nébuleuses gazeuses 209
nébuleuses obscures 209
nébuleuses par réflection 210
Necho 566
Neptune 522
Nereide 552
neutrino 577
neutrino astronomie 333
neutron 577

neutron stars 551
Newcomb 577
new general catalog of nebulat and elusters of Newton 577
newtonien 76
niveau 481
noeud 285
noireissement 225
nombre atmique 282
nombre de masse 582
nombre des étoiles 282
nombre relatif des taches - solaires 282
noms des étoiles 43
nord 236
Norma. Nor 481
nova 520, 571 - 573
novoides 425
nouvell lune 579
novula 573
nuage d'écu de sobiesky 208
nuage d'étoiles 209
nuage ncctume 209
nuage nocturne lumineux 209
nuages de Magellan 208 - 209
nuit 417
nuit polaire 417
numéro atomique 283
nutation 112, 372

O

oberon 73
objectif 251
objets de Herbig Haro 5 - 6
obliquite de l'écliptique 521
observations du soleil 28 - 32
observation directe 190
observaticn indirecte 190
observataire 466 - 472
observatoire d'Alger 473
observatoire d'Hale 473
observatoire d'Harvard 473
observatoire d'Helwan 472
observatire du Remis 472
observatoine du Simeis 472

observatoire du Kottamia 472
observatoire du Krim 472
observatoire du Lick 472
observatoire du Yerkes 473
observatoire populaire 472
observations du Mount Hamilton 466
observatoires du Mont-lucky 466
observatoires du Munt-palomar 465
observatoires du Mount stromlo 466
observatoires du Mount-wilson 466
observatoire scolaire 472
occulaire 301
occultation des étoiles 40
Octans. Oct 142
octant 142
oiseau de paradis 263
Olbers 74
Omar Khayyam 299
ombre 277 , 501
ombres volantes 277
ondes gravitationelles 518
opacité 281
Ophiuchus. Oph 166
opposition 41
orage radio 301, 279
orbites de libration 456
orbite d'une corps céleste 456 - 457
orientation avec des corps célètes 137
Orion. Ori 144 - 145
orionids 145
ouest 310
ourse 175 - 176, 283
ouverture relative 552

P

Pallas 77
paon 264
pâques 301
parabole 346
parallaxe 19 - 25, 113
parallaxe d'étoile fixe 26
parallaxe de rotation 19
parallaxe horizontale equatoriale 17
parallaxe solaire 17 - 19

parallèles	183, 184
parsec	76
Pavo, Pav	264
peculiar stars	540
pégase	327
Pegaseus, Peg	327
pendule	203
pendule astronomique	85
pénambre	228, 558
pérégé	73, 164
peri	342
périastre	54, 164, 165
periastron	54
péricentre galactique	165
perigée	164
perihel	54
périhélie	54, 164
période de chandler	186
période de révolution	198
perisélén	164
persée	151
perséides	327
perseus, Per	151, 327
perturbation	51 - 52
pesanteur	368
petit cheval	327, 346
petit chien	391 - 392
petite ourse	176 - 283
petite planete	409 - 412
petit lion	42
petit renard	141 - 142
phase	267
phases	52
phases de la lune	52, 74 - 75
pheccda	327
phoenix, phe	301
Phénix	301
Phobos	333
phoebe	333
phoenix, Phe	301
photcexcitation	5
photographie	114, 334 - 336
photographique	333
photométre	336 - 337, 493
photométre a Iris	337

photométre bolométrique 337
photométre photoéléctrique 337
photométre visuel 337
photométrie 337 - 338, 368
photométrie astronomique 339, 368
photométrie a trois couleares 368
photométrie de coleur multiple 339
photométrie des six couleures 338
photométrie visuelle 338
photomultiplier 339
photon 339, 392 - 393
photosphére 333
physique solaire 339
Piazzi 86
pic (piton) central 146
pic de fer 364
Pictor Pic 63
Pickering 86
Pisces, Psc 165 - 166, 223
Pisces Austrinus, PsA 166
Planck 83
planétaire 402
planétarium 83
planète 398 - 402
planète trans - plutonienne 100, 424
planètes troyannes 112 - 113
planétoide 409 - 412
plan focal 481
plan fondamental 481
plaque photographique 417
plasma 82 - 83
pléiad, 204, 539
pleine lune 77
pluton 85
point d'automne 565
point d'evasion 564
point est 565
point nord 565
point ouest 565
point radiant 496
points de dragon 564
points de libration 564
point sud 565
point vernal 565
poisson 222
poisson australe 166, 223

poissons	165 - 166, 222
poisson volant	222
polaris	85, 343, 530
polarisation	41 - 42
pôle	343
pôle arctique	343
pôle austral	343
pôle antarctique	343
pôle boreal	343
pôle nord	343
pôle sud	343
population du champ	150
population du disque	150
population du halo	150
population du noyau	150
population moyenne	150
population stellaire	147 - 149
position du corps céleste	518 - 519
postnova	530
postulat Homogéite	327
postulat d'univers	280
poupe	394, 424
poussière interstellaire	307 - 310
poussole	85
pouvoir de résulution	129
pouvoir de séparateur	129
praesepe	490, 525, 551
praesepe stars	551
préession	92
précession luni - solaire	206
précession planétaire	206
prénova	532
pression	204 - 206, 259
pression de radiation	259 - 260
pression gazeuse	260
principe d'équivalence	425
prisme objectif	252
problème de deux corps	478
problème de trois corps	153, 479 - 480
problème restreant	480
problème des plusieurs corps	478, 480
Procyon	189, 229
proto - étoile	529
proton	78
proton - proton	78

protubérance 522 - 524
protubérance de tache 524
proxim centauri 54
ptolomée 79
Pullux 188
Pulkowo 85
pulsar 83 - 85
pulsars 496
pulsation 522
Pupis, Pup 394, 424
puissance 342
pyrhéliomètre 86
Pyxis Pyx 85

Q

Quadrant 58
quadrantids 478
quadrant mural 58
quadrature 100
quantum effective du planck 392
quartier 100
quantité de mouvement 182, 393, 493
quasar 393
quasars 494 - 496
queue 188

R

Rabbi Levi 188
radiant 496
radiation 43 - 44
radiation de frinage 44
radioastronomie 330 - 331
radio - echo method 265
radio fénetre 521
radiogalaxie 430
radioheliogram 580
radiointerferometer 493
radiosource 496 - 500
radiotélescope 133
raies de Balmer 171
raies de Frauenhofer 171
raies de la couronne 171
raies de Lyman 171
raies interdites 171

raies nébulaire 171
raies spectrales 26, 171
rainures 157, 172, 232
Ras Algathi 189
Ras Alhague 189
rayon du corps céleste 558
rayonnement corpusculaire 45
rayonnement cosmique 49 - 50
rayonnement du corps noir 44
rayonnement du fond 45
réfraction 70 - 72
rayonement de la queue 229
rayonnement radioélectrique 45 - 48
rayonnements cosmiques 49 - 50
rayonnement synchrotron 49
rayonns de Röntgen 49
rayons gamma 49
rayons polaires 49
R - coronae Borealis stars 534
réaction de salpeter 129
réaction proton - proton 129
réactions nucléaire 299
recombinasion 52
recombination 39, 68
réflecteur 509 - 514
réflection 69
réfracteur 514 - 517
réfraction locale 72
réfraction zénithale 72
région - BM 501
région - D 264
région - E 264
région - F 265
région facale 501
région - HI 502
région - M 501
région - R 496
région d'emission 500
régions d'absence 327
régions emissives d'hydrogène 501
régions - UM 501
régle de Harkini 341
règle 481, 493
Regulus 346, 493, 533
relation masse - luminosité 286

relation masse - rayon 286
relation période - luminosité 286
relations solaires terrestriales 278 - 279
reticule 228
Reticulum, Ret 288
rétrograde 100
revolution 184
Rhea 190
Rigel 189
römer 190
Röntgenastronomie 332
rotation 184
rotation des étoiles 184 - 186
rougissement 133
RR Lyrae stars 539 - 540
runaway stars 540
Russell 189
RV Tauri stars 535
RW Aurigae stars 540

S

sac à charban 194
saisons 328 - 329
Sagitta, Sge 224
sagittaire 368
Sagittarius, Sgr 368
Saha 203
Saros 186
satellite 87 - 89, 347
satellite artificiel 412
satellite artificiel de la terre 359 - 364
satellites 56
satellites de jupiter 135 - 136
satellites de Mars 135
satellites de Neptune 136
satellite de Pluton 85, 89
satellites de Saturne 135
satellites d'Uranus 136
Saturne 191 - 194
Schedir 258
Schiaparelli 252
Schmidt 248
Schwarzschild 257 - 258
scintillation 89 - 90, 112

scintillation interplanétaire	90
sciantillation radioelectrique	90
scorpion	285
Scorpius, Sco	285
Sculptor, Scl	490
Scutum, Sct	100 - 101, 182
seconde de parallaxe	141
sectinsconiques	342 - 343
séculaire	342
seeing	283
Seleucus	227
sélénographie	147, 227
Seeliger	202
semaine	39
semeis	227
sensibilité d'ceil	158
sequence du pôle nord	92
sequence principale	92
Serpens, Ser	141, 168
serpent	141, 168
serpentaire	166
service internationale - des latitudes	464
seven stars	539
Sextans, Sex	209
sextant	209
Shain	227
Shell stars	551
siderostat	227
Sidhanta	223
signe	190
signes astronomiques	190, 286
sillons	157
Sirius	229 - 330, 533
Sirrah	189, 219, 227
sixangulation	113
societé antronomique	147
societé astronomique d'Egypte	147
	228
soleil	236 - 248
soleil moyen	248
soleil vrai	248
solistium	70
solstice	69 - 70
sous - géantes	93 - 94
sous - naines	94

spectre 267 - 271
spectre d'absonption 271
spectre de bande 271, 272
spectre d'émission 271
spectre de raies 272
spectre - éclair 272
spéctre moléculaire 272
spéctre solaire 272
spectroappareil 150
spectrophotometrie 368
spectrographe 486 - 489
spectrographe à fenetre 489
speetrographe à prisme 489
spectrographe à protubérances 490
spectrographe à réseau 489
spectrohéliographe 207
spextrohediogram 580
spectrohéliogrammes 258 - 259
spectrométre 207
spectrométrie 207
spectroscope 206
spectroscope des protubérances 473
spectrosccpie 206 - 207
sphère 375
sphère armillaire 38, 165
sphère céleste 375
Spica 222, 223
Spicules 223
spirales barrées 165
spiralsystem 92
SS Cygni stars 536
Stark 229
statistique stellaire 16 - 17
steady state theory 562
stellaire 553
stéréo - comparateur 491
stratophère 207
Stromgren 208
structure des atomes 109 - 112
structure des étoiles 101 - 109
Struve 207
sud 150
Suha 224
supergéante 339, 532
supernova 225 - 227, 531, 532

sursaut radioélectrique 69, 279
surveillance de ciel 464
surveillance du soleil 464
synodique 53
système de Kaptayen 553
système de voie lactée 440
système écliptique 559
système geocentrique 561
système héliocentrique 561
système horozontal 12
système MK, MKK 559
système planétaire 443
systèmes en contact 440
systèmes de raies 440
système solaire 440 - 443
système spirale
système stellaire 444 - 454
système stellaire local 454
système UBV 559
syzgies 5

T

table 146
tables Alfonsine 146
tables des planètes 146
tables Rudolfines 146
tâche de queue 82
tâche de tête 82
tâche rouge 79
tâche solaire 79 - 82, 392
taureau 142
Taurus, Tau 142
Taygeta 91
tectite 133
télescope 133
télescope d'Hale 133, 517
télescope de Maksutov 464
télescope de Miniscus 517
télescope de Schmidt 464
télescope vertical 509
Telescopium, Tel 133
témperature 177 - 182
témperature du brillance 182
témperature de couleur 182

témperature d'excitation 182
témperature d'ionisation 182
témperature de gradiation 182
témperature électronique 182
temps 137, 194 - 198
temps des éphémérides 198
temps du fuseau 198
temps local 198
temps sidéral 198
temps solaire 198
temps universal 137
terminateur 151
terra 38
terre 32 - 38
Tethys 140
Thabet Ben Korrah 140
théorie d'épicyde 561 - 562
théorie de la relativité 563 - 564
théorie de magma 562
théorie de turbulance 561
théorie volcanique 561
Titan 140
Titania 140
Titius - Bode 140
topocentrique 137, 501
totalité 392
tour d'Einstein 78
tour solaire 78
transition entre niveaux non quantifiés 68
transition entre niveaux non quantifiés 68
transmission de l'atmosphère 564
trapèze 491
trâpèze d'orion 27
travail 230
triangle 428
triangle astronomique 428
Triangle austral 428
triangle d'été 428
Triangulum. Tri 428
Triangulum Australe. TrA 428
triangulation 92
Triqueturn 481
Triton 113
t'roi - grade - kelvin - rayonnement 44
tropique 172, 456, 457

trcposphère 112
Trümpler stars 535
T Tauri stars 535
tube convertisseur d'image 455
tube pare - buée 316
tubus 64
Tucana, Tuc [illegible]
turbulant 486
two body problem 153

U

U Geminorium stars 535
ultrarouge 339
ultraviolet 339
Umbriel 63
Union Astronomique internationale 4 - 5
unité astronomique 582
univers 559 - 561
univers Vide 562
urania 584
uranometrie 368
Uranus 583 - 584
ursa Major, UMa 176
Ursa Minor, UMi 176
ursides 176
UV Cetei Stars 541

V

variables 425
variables à éclipse 425 - 427
variables d'amas 425
variables d'orion 425
variables ellipsoidales 427
variables inrégulaire 427
variables nébulaires 425
variables semi - régulières 427 - 428
variation 129
variation centre - bord 129
variation de la phase de la lune 129
variation lumineuse 129
Vela, Vel 228 - 229
vent solaire 190
Vénus 198 - 200
verseau 183, 203

Vesta	340
vierge	283
21 cm raie de l'hydrogène	170
Virgo, Vir	283
vie sur autres corps célestes	166 - 168
visuel	79
vitésse	217
vitésse angulaire	218
vitésse circulaire	219
vitésse cosmique	219, 465
vitésse de la lumière	218 - 219
vitésse de libération	217 - 218
vitesse parabolique	219
vitésse particulière	154 - 155
vitésse radiale	218
vitésse spatiale	219
Vogel	339
voie lactée	220, 265, 431 - 439
voile	228 - 229
Volans, Vol	222
vols interstellaires	189
vôte céleste	341
voyages spatiales	189
Vulpecula, Vul	141 - 142

W

wagon céleste	283
Wega	369, 533, 574
Widmanstätten	339
Wolf	582 - 53
W - Wirginis stars	540
W Ursa Majoris Stars	536

Z

Zagut	191
Z Cameloparadies	539
zénith	222
zénit - télescope	509
Zeta Geminorium stars	539
Zig	200
zircumstellaire	166
zodiaque	78, 172 - 173
zone d'absence	558 - 559
Zonenkatalog der astronomische Geschschaft	484
zones convectives d'hydrogène	501

الفهرس الألماني

A

A
Abbildungsfehler 170
Abendlicht 262 - 263
Abendhauptlich 263
Abendstern 533
Abendweite 191
Abenerza 3
Aberration des Lichtes 200 - 202
Abplattung 329
Absoluteobachtung 190
absolute Helligkeit 417
Absorption 63 - 64
Absorptionsspektrum 271
Abstandsgesetz 341
Abulfeda 4
Abul Wefa 4
Accretion 93
Accretion - Theorie 561
Achernar 26
Achondorit 56
Achterschiff 394
Adams 26
adiabatisch 26, 129
Adler 285, 552
Adonis 26
agyptische astronomische Geselshaft 147
Aquator 170
Aquatorial 42
aquatorial Koordinaten 15
Aquatorialhorizcntalparallaxe 17
Aquatcrialsystem 15
Aquila, Aql 285 - 552
Aquinoktium 42, 53
Aquinoktium 42
Aquinox 564
Aktinometer 368
Aktinometrie 368
Aktivitätszentrum 473
Akzelaration 43
Alamak 58, 300, 301

Al Baironi	57, 77
Al Battani,	57, 77
Albedo	79, 86, 280
Albirio	517
Alcor	224, 326
Alcyone	285, 574
Aldebaran	176
Alderamin	188
Alfraganus	328
Alfonsinishe Tafeln	146
Algenib	150
Alger - Sternwarte	472
Algol	189, 326
Alioth	63, 151, 166
Alkaid	341
Alkor	43
Al khwarismi	172
Alkor	43
Almagest	418
Al Manon	424
Almukantarat	58, 491
Al Petrogius	57, 77
Alpha canuum Venaticorum	534
Alpha canuum Venaticorum Sterne	534, 58
Alphard	58, 327, 346
Alphecca	574
Alpheratz	189
Altair	57
Altar	38, 440, 457
Altazimuth	26, 222
Altazimuth fernrohr	509
Altersbestimung	94 - 97
Al Tusi	266
Amor	64
anagalaktisch	168
Andromeda, And	465
Andromedanebel	214 - 217
Andromeden	481
Angstrom	69
Anomalie	164
anomalistisch	164
anomalistisches Jahr	164, 223
anomalistischer Monat	164, 251
Anregung	5

Anregungsenergie	264
Anregungsleuchten	5
Anregungstemperatur	182
Anschlussbeobactung	190
Antalgolstars	551
Antapex	259, 286
Antares	189, 346
Antlia, Ant.	491
Ap, Apo	73
Apastron	73
Apex	481
Aphel	73
Aphelium	73
Apogalacticum	73
Apogalaktikum	73
Apogäum	73
Apollo	4
Aposelen	73
Aparrent places of Fundamental stars	63
Apparant placs of heavenly bodies	517
Apsiden	73
Apus, Aps	263
Aquariden	183
Aquarius, Aqr	183, 203
Aquivalenzprinzip	425
Ara, Ara	38, 440, 457
Arbeit	230
Arctur	151, 222
Areographie	75, 147
Argelander	28
Argo	219
Argo Navis	219
Argon - Kalium - Methode	265
Ariel	38
Aries, Ari	165
Aristarch	28
Armile	38
Armillarsphäre	38
Arzachel	194
aschgraues Mendlicht	262
Ascendant	264
Assoziation	92
A - stern	529
Asteroid	227, 409 - 412, 552
Asterope	41

astro 333
Astrobiologie 41, 286
Astrognosie 299
Astrograph 41, 514
Astrographie 114
Astrokamera 41
Astrolabe 41
Astroblabium 41
Astrologie 42, 133 - 135, 342
Astrometrie 41, 368 - 369
Astronautik 310 - 316
Astronomical Ephemeries 132
Astronomie 285 - 298
astronomische 333
astrononische Einheit 582
Astronomische Gesellschaft 147
astronomische Instrumente 8
astronomische Jahrbuch 166
astronomisches Dreieck 428
astronomisches Institut 490
astronomisches Recheninstitut 491
astronomische Uhr 203
astronomische Zeichen 190, 286
Astrope 41
Astrophotographie 114
Astrophotometrie 339, 368
Astrophysik 339 - 340
Aszendent 264
Atair 57, 552
Atlas 52
Atmosphäre 150, 317
Atombau 109 - 112
Aufgang 229
Auflösung 99
Auflösungsvermögen 129, 342
Aufstellung 101, 113
Aufstellung der instrumente 113
Aufstellungsfehler 170
Augenempfindlichkeit 158
Augenprüfer 224
Auriga, Aur 188, 299, 493 - 494
aussere Atmosphäre 57
aussergalaktisch 168
Australit 74
Avicenna 3

Azimut	222
Azimutalkreis	183
Azimutalquadrant	58
Azimutalrefraction	71
Azophi	259

B

Baade	76
Bahn eines Himellskörper	456 - 457
Bahnbestimmung	127 - 129
Bahnbewegung	157
Bahnelemente	300
Bahnneigung	521
Bakerschmidt - Spiegel	464
Balkenspirales	165
Ballonastronomie	330
Balmer lines	171
Banden - Spektrum	271, 272
Bär	175 - 176
Bärenhutter	301
Bärenstrom	137
Barium - Stars	534
Battani	77
Becher	76, 370
Bedeckung	388
Bedeckungsveränderliche	425 - 427
Begleiter	87 - 88, 464
Bellatrix	465, 521
Belopolski	86
Benenung von Sternen	113
Benatnasch	341
Benerza	2
Bergedorfer Spektraldurchmusterung	484
Berliner Astronomisches Jahrbuch	166
Beschleuningung	281
Bessel	86
Be - Stern	529
Beta Canis Majoris	86
Beta Canis Majoris - stars	535
Beta Cephei	86
Beta Cephei - stars	535
Beta Lyrae	86
Beta Lyrae - stars	535
Beteigeuse, Betelgeuse	1

Bethe - Weizäcker - Zuklus 186
Beugung 100
Be - Veränderlicher 425
Bewegung der Gestirne 151 - 153
Bewegungsgrösse 182, 393, 493
Bewegungssternhaufen 160 - 161
Bielascher Komet 463 - 464
Bieliden 87
big Bang 69, 328
Bildhauer 49
Bildhauerwerkstatt 490
Bildwandler 455
Billitonit 85
bipolare Gruppe 440
Blashko - Effekt 273
Blei - Methode 265
Blinkkomparator 491
BM - Gebiete 501
Bode - Titus Reihe 220 - 221
Bolid 375
Bolometer 85, 492, 493
bolometrische Korrektion 113
bolometrisches Photometer 337
Bonner Durchmusterung 114, 484
Bootes, Boo. 79, 301
Bradley 77
Brahe 77 - 78
Brechung 70 - 72
Bredichin 78 - 79
Breite 283
Breiteneffekt 89, 273
Breitenkreis 184
Bremsstrahlung 44
Brennebene 481
Brennpunkt 76
Brennweite 79
B - Stern 529
Burst 279

C

Caelum, Cae 552
Camelopardalis, Cam 194
Cancer 217
canes Venatici

CVn	391
Canis Major. CMa	392
Canis Minor. CMi	391 - 392
Canopus	225
Capella	301, 532
Capricornius. Cap	146
Carbon stars	541
Carina. Car	143, 342
Cassegrain - Spiegel	464
Cassegrain - Fokus	76
Cassini	370
Cassinische Teilung	326
Cassiopia. Cas	187, 370
Castor	187, 188, 531, 574
Catalogue of Bright Stars	486
Celaeno	227
Centaurus. Cen	364
Cepheiden	369
Cepheiden - Streifen	342
Cepheus. Cep	369
Ceres	227
Cetus. Cet	77, 369
Chameêleon. Cha	151
Chandlre	327
Chandlersche Periode	186
chemischer Often	328
chemische Zusamensetzung	112
Chondrit	409, 576
chromatische Aberration	202
Chromosphäre	375
Chronograph	189, 375 - 376
Chronologie	376
Chronometer	376
Circinus. Cir	78
C-N-O - Zyklus	165
Coelostat	221, 227
columba. Col	165
Coma Berenices, Com	229
Comet	533
connaissance des Temps	259
Cordoba Durchmusterung	114
Corona Australis	56
Corona Borealis	56
corvus. Crv	310
Coudé - Fokus	76

Crabnebel 210 - 212
Crater, Cr 76
Crux, Cru 258
C-Stern 529
Cygnus, Cyg 176 - 177

D

Dämmerung 231 - 232
Deferent 186
Deimos 175
Deklinationsachse 455
Delphin 182
Delphinus, Del 182
Delta Cephei - Stars 536 - 539
Delta Scuti 182
Delta Scuti stars 536
Deneb 188
Denebola 188, 259, 531
deutsche Montierung 265
Dichotomie 100
Dichte 374
Dichte des Himmelskörpers 374 - 375
diffuser Nebel 214
Dione 186
Dipolwand 151
Dispersion 99, 129, 368
Doppelnebel 217
Doppler - Effekt 273 - 274
Dorado, Dor 222
double stars 544 - 550
Drache 135
Drachenpunkte 564
Draco, Dra 135
Draconiden 176
drakonitisch 135, 176
Draper 174
Drehimpuls 393
Drehmoment 283
Drehung 184
Dreieck 428
Dreifarbenphotometrie 368
Drei - Grad - Kelvin - Strahlung 44
Dreikörperproblem 153, 479 - 480
Druck 259

Druckverbreitung 5
D - Schicht 264
Dubhe 176
Dumbelnebel 209, 213
Dunkelwolkem 209
Durchgang 280 - 281
Durchgangsinstrument 59
Durchlässigkeit der Atmosphäre 562
Durchmesser eines Himmelskörper 343 - 345
Durchmusterung 114
Dyn 175

E

Ebbe und Flut 146
Eddington 26
Eichfelder 478
Eidechse 285, 582
Eigenbewgung 153 - 154
Eigenleuchten der Erdatmosphere 50
Einhorn 582
Einsteinturm 78
Einsturztheorie 562
Einundzwanzig - cm - Linie 170
Eisenmeteorit 576
Eisenspitze 364
Eisenstern 530
Ekliptik 78, 172 - 173
Ekliptikalkarte 170
Ekliptikalstrom 137
Ekliptikalsystem 559
Electra 63
Elektron 64
Elektronenhülle 578
Elektronentemperatur 182
Elektronevolt 63
Elementenentstehung 553 - 558
Elementenhäufigkeit 252 - 257
El Khawarizmi 172
Ellipse 346
ellipsoidische Veränderliche 427
elliptischer Nebel 212
Elongation 41
Emden 75
Emissionsgebiete 500
Emissionsnebel 212

Emissionsspektrum	271
Emissionstern	528
Enceladus	72
Encke	72
Enckescher Komet	463
Enckesche Teilung	326
Energie	263 - 264
Energieerzeugung der Sterne	64 - 68
englische Montierung	101, 265
Entartung	168
Entstehung der Himmelskörper	
Entfernungsmodul	491, 493
Entstehung der Himmelskorper	478, 553
Entweichgeschwindigkeit	217 - 218
Entwicklung der sterne	114 - 127
Ephemeridenzeit	198
Epizykel	75
Epizykeltheorie	561 - 562
Epoche	165
Equuleus, Equ	327, 346
Erdatmosphäre	317 - 320
Erde	32 - 38
Erdellipsoid	440
Erdferne	73
Erdmond	347 - 359
Erdnähe	73, 164
Erdsatellit	359 - 346
Erdtarabant	347 - 359
Erg	27
Eridanus, Eri	566
Eros	75
E - Schicht	264
Euler	75
Europa	74
Evektion	129
Exenova	57, 530
Exosphäre	57
Expansion	5, 133
Extinktion	39 - 40
extragalaktisch	168
extragalaktische Nebel	209
extraterrestrisch	168
Exzentrizität	413

F

Fackel	230
Fackelgebiet	501
Fadenmikrometer	520
Faraday - Effekt	274 - 275
Farbe der Sterne	58
Farben - Helligkeits - Digaramm	233
Farbindex	182 - 183
Farbexzess	326
Farbmessung	97
Farbtemperatur	182
Feldgalaxie	439
Feldnebel	214
Feldpopulation	150
Feldstärke	228 - 229
Feldstern	533
Fenrohr	133, 502 - 509
Feurkugel	375
F - Fleck	82
Filament	326
Finsterniss	388 - 391
Fisch	222
Fische	165 - 166, 222
Fixstern	530
Fixternparallaxe	26
F - Komponente	473
Flächenhelligkeit	417
Flächensatz	341
Flackersterne	541
Flare	89
Flare stars	541
Flash - Spektrum	272
Fleckengruppe	440
Fleckenkomponente	473
Fleckenprotuberanz	524
Fleckenzyklus	80
Fliege	187, 552
Fliegender Fisch	222
fliegender Schatten	277
Flocculi	194
Florring	165
Fluchtbewegung	153
Fluchtpunkt	564
Fluss Eridanus	566

Flut Und Ebbe	455 - 466
Fokallänge	79
Fokus	76
Fomalhaut	333
Fornax, For	328
Fraunhofer	327
Fraunhofer - Institut	491
Fraunhofer - Linien	171
frei - freier Ubergang	68
frei - gebundener Ubergang	68
Frequenz	187
frühe Spektralklassen	72
Frühlingsäguinoktium	53
Frühlingspunkt	565
F - Schicht	265
F - Stern	529
Fuchs	141 - 142
Fuhrmann	188, 299
Füllen	346
Fundamentalkatalog	484
Fundamentalstern	528
Furchen	157
Fusion	69
Fusspunkt	565

G

Gabelmontierung	265
galaktisch	439
galaktische Sternhaufen	161
galaktische Haufen	161
galaktische Nebel	210
galaktisches Rauschen	258
Galaxie	430
Galilei	144
Galle	143 - 144
Gammaastronomie	330
Gammastrahlen	49
Ganymed	144
Gasdruck	260
Gasentartung	168
Gasnebel	209
Gauss	144
Geber	142
gebunden - gebundener Ubergang	68
gebunden - freier übergang	68 - 69

Gegengewicht	582
Gegenschein	417
Gemeni Gem	136
Geminiden	136
Gemma	574
geographische Ortsbestimung	97 - 98
Geoid	440
geocentrisch	473
geozentrisches system	561
gerade Aufsteigung	486
Geräuchsturm	279
Geschicte der Astronomie	89
Geschicte des Fixsternhimenels	89
Geschwindigkeit	217
Geschwindigkeitsellipsoid	440
Gesichtskreis	53, 172
Gesichtslinie	170
Gestirn	146
Geviertschein	100
Gezeiten	146, 455 - 456
Giacobiniden	151
Gigant	227, 299
Giraffe	194
Gitterspektrograph	489
Glasmeteorit	577
Gleictschein	53
Globule	376
Globus	147
Gnomon	478
Goldfisch	222
Göttinger Aktinometrie	368
Grabstichel	347
Gradationstemperatur	182
Gradstab	284
Granatstern	530
Granulation	93
Gravitation	143
Gravitationswellen	518
Grenzgrösse	341 - 342
Grösse	341
grosse Halbachse	558
Grössenklasse	341
Grosser Bär	176
grösser Hund	392

grösser Wagen 283
Grotrian 146
Grundzustand 481
Grus, Gru 375
G - Stern 529
Gürtelsterne 536
Guthnick 151

H

Haar der Berenike 229
Hakemite tables 200
Halbmond 100
halbregelmässige Veränderliche 427 - 428
Halbschatten 558
Hale 578
Hale observatorien 473
Hale Teleskop 133, 517
Halley 578
Halleyscher Komet 464
Halo 578
Halopopulation 150
Haltstern 531
Hantelnebel 69
Harkini 577
Harkinssche Regel 341
Harvard 577
Harvard - Klassifikation 130
Harvard - Observatorium 473
Hase 38
Haufenstern 530
Haufenveränderliche 425
Haupthaar der Bernike 229
Hauptreihe 92
Hauptstern 531
Hauptsternkomponente 531
Haus 517
Hayashi 578
Haydades 540
Hayashi - Linie 170 - 171
Hecuba 581
Helio 248
heliographische Breiteund Länge 171
Heliometer 580
Helioskop 580
Heliostat 580

Heliotrop	580
heliozentrisch	473
heliozentrisches system	561
Helium - Methode	265
Helium - Stern	533
Helligkeit	413 - 416
Helligkeitskatalog	484
Helwan Sternwarte	472
Henry - Draper - Katalog	486
Herbig Hero	579
Herbig - Haro - Objekte	5 - 6
Herbst	170
Herbstequinoktium	53
Herbstpunkt	565
Hercules Her	142 - 143
Hermes	581
Herschel	579
Hertz	579
Hertzsprung	579
Hertzsprung - Lücke	327
Hertzsprung - Russell - Diagramm	233 - 236
Hestia	581
Hevel	581
HI - Gebiet	502
Hidalgo	581
Hildagruppe	454
heliakisch	580
Himmel	221 - 222
Himmelsatlas	52
Himmelsgewölbe	341
Himmelsglobus	341
Himmelskarte	170
Himmelskugel	341
Himmelskunde	286
Himmelslicht	261 - 262
Himmelsmechanik	520
Himmelsrichtungen	4
Himmelssphäre	375
Himmelsträger	144 - 145
Himmelsüberwachung	464
Himmelswagen	283
Hintergrundstrahlung	45
Hinterteil des Schiffes	394, 424
Hipparch	580 - 581
Hof	578

Hoffmeister 580
Höhe 26
Höhenstrahlung 49
Hohlwelttheorie 562
Homogenität 92
Homogenitätspostulat 327
Horizont 53
Hörenspitzen 265
Horologium, Hor 85, 203
Horoskop 580
Hubble 578 - 579
Hubble - Effekt 275 - 277
Hüllensterne 551
Hund 391
Hundstern 229 - 230, 533
Huygens 581
Hyaden 346
Hydra Hya 141, 228
Hydrus Hyi 168
Hyperbel 345
Hypergadaxis 375

I

IAU 3
Ibn El Haitham 3
Ibn Yunis 3 - 4
Icarus 75
Ilkanic tables 200
Ilsabi tables 200
Impuls 182, 393
Inder 580
Index Catalogue 484
Indus, Ind 580
Inertialsystem 481, 559
infrarot 93
Intrarotastronomie 329 - 330
Instituit of observaticns at Helwan 491
Instrumente 6 - 8
Interferenz 100
Interferenzsystem 559
Interferometer 68, 492 - 493
intergalaklisch 87
intergalaktische Materie 418 - 419
Interlunium 579
Internationale Astronomische Union 4 - 5

Internationaler Polschwankungsdienst 464
interplanetar 87
interplanetare Materie 419 - 420
interplanetarer Staub 100
interplanetares Gas 301
interplanetare Szintillation 90
interstellar 87
interstellare Absorption 64
interstellare Materie 420 - 424
interstellare Moleküle 147
interstellarer Staub 100
interstellares Gas 302 - 310
Ionisation 90 - 91
Ionsationsenergie 264
Ionisationstemperatur 182
Ionosphäre 75
Irisphotometér 337
isophote Wellenlänge 267
isotherm 75, 188
Isotope 559
Isotopenhäufigkeit 257

J

Jacob 583
Jagdhunde 391
jährliche Aberration 202
Jahr 223 - 224
Jahrbuch 166
Jahreszeiten 328 - 329
Jakobstab 284
Janus 583
Japitus 583
Jeans 151
Jo 583
Jodrell Bank 151
Julianische Datum 89
Jungfrau 283
Juno 585
Jupiter 482 - 484
Jupiter Familie 279
Jupitermonde 135 - 136

K

Kairoer Zeit 137

Kalender	130 - 132
kalium - Argon - Methode	265
Kalzium Argon - Methode	265
Kallisto	370
Kanopus	370
Kant	370
Kapella	301, 532
Kapteyn	370
Kapteynsche Eichfeldern	478
Kapteynsches Schema	553
Kassiopeia	187
Kastor	370
Kataloge	484
Kegelschnitte	342 - 343
Kentaur	364
Kepheus	369
Kepler	370 - 372
Keplerproblem	481
Keplersche Gesetze	364 - 365
Keplersche Gleichung	490
Kernfusion	69
Kernladungszahl	283
Kernpopulation	150
Kernprozesse	299
Kernschatten	277
Kettengebirge	220
Khwarizmi	172
Kidnnu	375
Kiel des Schiffes	143, 342, 424
Kiloparsec	412
Kilowatt	412
Kilowattstunde	413
kinetische Energie	264
K - Komponente	473
kleiner Bär	176
kleiner Hund	391 - 392
kleiner Löwe	42
kleiner Planet	409 - 412
Kleiner Wagen	283
Kleines Pferd	327 - 346
Kleine Wasserschlange	168
Kniemontierung	113
Knoten	285
Kochab	341
Kohlensack	194

Kohlenstoff - Stickstoff - Sauerstoff Zyklus	186
Kollimator	440
Kolorometrie	97
Koluren	183
Koma	170, 408
Komet	457 - 463
Kometensucher	76
Komensurabel	428
Komparator	491
Kompass	85
Konjunktion	53
Konstellationen	74 - 75
Kontakgalaxien	430
Kontaktsysteme	440
Kontinuum	272
Kontraktion	72
Konvektion	137
Koordinaten	12 - 15
Koordinatenmessgerät	150
Kopernikus	393 - 394
Korona	56, 394
kcronale Kondensation	133
Koronallinien	171
Koronograph	398, 486
Korpuskularstrahlung	45
Korrektionsplatte	417
kosmisch	409
kcsmische Geschwindickeit	219
Kospmische Geschwindiokeitsstufe	465
kosmische Strahlung	49 - 50
Kosmobiologie	376
Kosmogonie	376 - 383
Kosmogramm	376
Kosmologie	383 - 388
Kosmos	559 - 561
Kottamia Sternwarte	422
Kraft	366
Kranich	375
Krater	165
Kratergruben	165, 339
Krebs	4, 217
Krebsnebel	213
Kreisbahngeschwindigkeit	219
Kreppring	165
Kreuz des Süden	258

Kreuzstab	284
Krim - Sternwerte	472
Krippe	490, 525
Krone	56, 394
K - Stern	529
Kugelhaufen	160
Kugelsternhaufen	158 - 160
Kulmination	280 - 281
Künstlicher Erdsatellit	358 - 364
künstlicher Planetoid	412
Kuppel	341

L

Lacerta, Lac	285, 582
Länge	267
Längenkreis	174
Laplace	413
Leben auf anderen Himmelskörpern	166 - 168
Leir	221
Leistung	342
Leitrohr	517
Leitstern	530, 533
Leo	42
Leo Minor, Lmi	42
Leoniden	42 - 43
Lepus, Lep	38
leuchtende Nachtwolke	209
Leuchtkraft	366 - 367
Leuchtkraftfunktion	174 - 175
Leuchtkraftklasse	570 - 571
Leuchtstreifen	228
Leverrier	418
Libra, Lib	519 - 520
Libration	98 - 99
Librationsbahnen	456
Librationspunkte	564
Licht	260 - 261
Lichtablenkung	129
lichtelektrischer Effekt	275
Lichtgeschwindigkeit	218 - 219
Lichtjahr	224
Lichtkurve	501
Lichtmesser	493
Lichtmessung	368

Lichtquant	392 - 393
Lichtstreuung	113
Lichtwechsel	129
Lichtzeit	198
Lick - Sternwarte	470
Lineal	285, 490
Linienflügel	6
Linienkonture	393
Linienspektrum	272
Linienverschibung	39
Lithium - star	541
Linsenfernrchr	515 - 517
L - Komponente	473
lokale Gruppe	443 - 444
lokales Sternsystem	454
Löwe	42
Luchs	582
Luftpumpe	491
Luftunruhe	283
Lunation	186
Lunisolarjahr	224
Lunisolarpräzession	206
Lupus, Lup	187, 204
Lyman - Linien	171
Lynx, Lyn	582
Lyot	418
Lyra, Lyr	221
Lyriden	221

M

Madwar	457
Magellansche Wolke	208 - 209
Magmatheorie	562
Magnetfeld	428 - 430
magnetic stars	551
Magnetosphäre	454
Magnitude	341
Maja	424
Maksutow - Spiegel	464
Maler	63
Malerstafelei	63
Mare	77
Mars	473 - 477
Marskanäle	364
Marsmonde	135

Masse	372
Massedefekt	342
Masse der Sterne	372 - 374
Masse - Leuchtkraft - Beziehung	286
Masse - Hilligkeit	374
Massenanziehung	146
Masse - Radius	374
Masse - Radius - Beziehung	286
Massezahl	582
Mauerquadrant	58
Maximumkorona	341
mechanisches Gleichgewicht	127
Megahertz	519
Megaparsec	519
Megrez	491
Mehrfarbenphotometrie	339
Mehrkőrperproblem	478
Menikuslinse	146
Mensa, Men	146
Merak	519, 533
Meridian	200
Meridiankreis	173
Merkur	284
Merope	165, 530, 533, 582
Messala	424
Messier	481 - 482
Messier - Katalog	484
Metagalaxis	424, 519
Metal Line stars	536
metastabil	228
Meteor	248 - 251, 273
Meteorit	574 - 576
Meteoritenhypothese	564
Meteorittheorie	564
Meteorstrom	138 - 140
Metonischer Zyklus	186
M - Gebiet	501
Microscopium, Mic	454, 520
Mikroskop	520
Mikrometeorit	577
Mikrometer	520
Mikrophotometer	520
Mikroskop,	454
Milchstrasse	220, 265
Milchstrassensystem	431 - 439, 440

Milne	521
Mimas	521
Minimum Korona	69
Miniskuslinse	283
Miniskusteleskop	517
Mio cephei stars	551
Mira, Mira Ceti	53
Mirach	79, 150, 190, 346
Mirak	464
Miranda	519
Mira - stars	533 - 534
Mittag	278
Mitteleuropäische Zeit	137
Mittelpunktgleichung	490
Mitte - Rand - Variation	129
mittlere Sonne	248
mittlere Spektralklassen	72
Mizar	39, 424
MK - Systen, Mkk - System	559
Mögel - Dellinger - Effekt	275
Moldavit	519
Molekülenspektrum	272
Monat	251
Mond	87 - 88, 347
Mondalter	299
Mondbewegung	155 - 157
Monde	56
Mondfinisternis	170
Mondjahr	224
Mondphase	52, 73 - 74
Monoceros, Mon	582
Monochromator	519
Montierung	101, 113
Montierung der Instrumente	101
Morgenhauptlicht	262
Morgenstern	531
Morgenwinkel	191
Mount - Hamilton Observatorien	466
Mount - Locky Observatonien	466
Mount - Palomar Observatorien	465
Mount - Stramlo Observatonien	466
Mount - Wilson obsenitem	466
Mount Palamar - Sky Atlas	170
M - Stern	529
Multiple - Sterne	550

Musca, Mus 187, 552
Mutterkomet 463
Muttermolekül 147

N

Nachführung 92
Nacht 417
Nachtbogen 478
Nachthimmelslicht 262 - 263
Nachtwolke 209
Nadir 564
Nagm Edin 531
Nanometer 521
Nativität 264
Nautical Almanac 132
Nebel 210
nebelfreie Zone 558 - 559
Nebelhaufen 160
Nebelhypothese 562
Nebelkatalog 484
Nebelleuchte 50
Nebellinien 171
Nebelveränderliche 425
Nebulium 574
Necho 566
Neigung 521
Neptun 522
Nereide 552
Netz 228
Neurstern 530
Neumond 579
Neutrino 577
Neutrinoastronomie 333
Neutron 577
Neutronstars 551
Newcomb 577
New General Catalogue of stars 484
Newoton 577
Newotcn - Spiegel 465
NGC 484
Niveau 481
Nord 236
Nordamerikanebel 212
Norden 236

nordliche Krone 56
nordliche Wasserschlange 228
Nordlicht 262
Nordpol 343
Nordpolarsequenz 92
Nordpunkt 565
Nordstern 531
Norma, Nor 481, 493
Normalastrograph 41
Nova 530, 571 - 57د
Nova - ahnliche Veranderliche 425
Novastern 533
Novula 573
N - Stern 529
Nutation 112, 372

O

Oberon 73
Objektiv 251
Objektivprisma 252
Observatorium 466 - 472
Ochsentreiber 79
Octans, Oct 142
Ofen 328
offene Sternhaufen 161 - 163
Offnungsverhältnis 552
OH - Linien 172
Oktant 142
Okular 301
Olbers 74
Omar Khayyam 299
Oortsche Rotationsformeln 490
Opazität 281
Ophinchus Oph 166
Opposition 41
optische Tiefe 299
Ordenungszahl 282
Orientierung nach Gestirnen 137
Orion 144 - 145
Orionarm 187
Orioniden 145
Orionnebel 212 - 213
Orionveränderliche 425
Ort eines Gestirnes 518 - 519

Ortsbestimmung	127
Ortszeit	198
Oskulationselemente	300
Oskulationsepoche	564
Oskulierende Elemente	300
Ost, Osten	229
Osterdatum	89
Ostern	301
O - Stern	529
Osteuropäische Zeit	137
Ostpunkt	565

P

Pallas	77
Parabel	346
parabolische Geschwindigkeit	219
Paradiesvogel	263
Parallaxe	19 - 25, 113
Parallaxensekunde	141
Parallelkreis	183
Parsec, Pc.	76
Partikelstrahlung	45
Passageninstrument	59
Pavo, Pav	264
Peculiar - stars	540
Pegasus, Peg	327
Pekuliarbewegung	154 - 155
Pendeluhr	85, 203
Penumbra	228, 558
Peri	342
Periastron	53, 165
Perigalaktikum	165
Perigäum	164
Perihel	53, 164
Perheldrehung	184
Perhelium	164
Perioden - Helligkeit - Beziehung	286
Perioden - Leuchtbraft - Beziehung	286
Period - Leuchtkraftfunktion	175
Periselen	164
Perlschnurphänomen	273
Persiden	327
Perseus, Per	151, 327
Perseusarm	187

Pfau 264
Pfeil 224
Pfeilstern 531
P-Fleck 82
Phase 52, 74 - 75, 267
Phasenwechsel 129
Phasenwinkel 191
Phecda 327
Phoebe 333
Phobos 333
Phoenix, Phe 301
Photoanregung 5
photoelektrisches Photometer 337
Photographie 114, 334 - 336
photographisch 333
photographisches fernohr 41
Photometer 336 - 337
Photometrie 337 - 338, 368
photometrisches Doppelstern 478
Photomultiplier 339
Photon 339
Photoplatte 417
Photosphäre 333
Piazzi 86
Pickering 86
Pictor, Pic 63
Pisces, psc 165 - 166, 222
Piscis Austrinus, PsA 166, 223
Planck 83
Plancksches Gesetz 341
Plancksches Wirkungsquantum 392
Planet 398 - 402
planetarisch 402
planetarischer Nebel 213 - 214
Planetarium 83
Planetenaberration 202
Planetenpräzession 206
Planetensystem 443
Planetentafeln 146
Planetoid 409 - 412
Plasma 82 - 83
Platonisches Jahr 224
Plejadesn 141
plejades 539
Pluto 85

Plutosatellit	85, 89
Pogsonsche Helligkeitsskala	492
Pol	343
Polaris	85, 343, 530
Polarisation	41 - 42
Polarlicht	262
Polarnacht	417
Polarstrahlen	49
Poldistanz	79
Poleffekt	275
Polhöhe	27
Polkappen	266
Polschwankung	112
Polsequenz	
Polstern	532 - 533
Position eines Gestirnes	518 - 519
Positionsastronomie	333
Positionsfadenmikrometer	520
Positionskatalog	484
Positionswinkel	191
Postnova	530
potentielle Energie	264
Poynting - Robertson - Effekt	272
Praenova	532
Praesepe	490, 525, 551
praesepe stars	551
Präzession	92, 204 - 206
Primärfokus	76
Prismenastrolabium	41
Prismenkreis	41
Prismenspektrograph	489
Problème restreant	481
Procyon	189, 229, 392
Proton	78
Proton - Proten	78
Proton - Proton - Reaktion	129
Protoplanet	402
Protostern	529
Protuberanz	522 - 524
Protuberanzenspektroskop	473, 490
Proxima Centauri	53
Ptolemäus	79
Pulkowo	85
Pullux	186
Pulsar	83 - 85

Pulsars 496
Pulsation 522
Pulsierende Radioquellen 496
Punktquellenmodell 72
Puppis, Pup 394, 424
Pyrheliometer 86
Pyscis, Pyx 85

Q

Quadrant 58, 478
Quadrantiden 478
Quadratur 100
Quasar 393
Quassars 494 - 496
quasistellare Radioquelle 494 - 496

R

Rabe 310
Rabbi Levi 188
Radialgeschwindigkeit 218
Radiant 496
Radiationspunkt 496
Radioastronomie 330 - 331
radioastronomische Instrumente 9 - 11
Radio - Echo 258
Radio - Echo - Method 265
Radiofenster 521
Radiofrequenzstrahlung 45 - 48
Radiogalaxie 430
Radioheliogramm 188, 580
Radiohelligkeit 417
Radiointerfometer 493
Radioquelle 496 - 500
Radiostern 531
Radiostrahlung 48
Radiosturm 279
Radiosturme 301
Radioszintillation 90
Radioteleskop 133
Radius eines Himmelskorper 558
Randverdunklung 52 - 53
Ras Algathi 189
Ras Alhague 189
Raumgeschwindigkeit 219

Rauchsturm	279
R Coronae Borealis stars	534
Recheninstitut	491
Rechtläufig	583
Reflektor	509 - 514
Reflektion	69
Reflectionsnebel	210
Refraktion	70 - 72
Refraktor	515 - 517
Regengestirn	346
Requlus	346, 493, 533
Reiterlein	326
Rekombination	39, 52
Rektascension	486
Relativilätstheorie	563 - 564
Remeis - Sternwarte	472
Repulsivkraft	368
Reticulum, Ret	228
Revolution	184
R - Gebiete	398, 496
Rhea	190
Riese	227, 299
Riesenast	328
Riesenstern	531 - 532
Rigel	189
Rillen	157, 172, 232
Ringgebirge	145
Ringmikrometer	520
Ringnebel	213
Riss	157
Römer	190
Röntgenastronomie	332
Röntgenstrahlen	49
roter (grosser) Fleck	79
Rotation	184
Rotation der Sterne	184 - 186
Rotationsparallaxe	19
Rotvershiebung	38 - 39
RR - Lyrae Stars	539 - 540
R - Stern	529
Rucken	220
rucklaufig	100
Rudolfinische Tafeln	146
ruhende Kalziumlinien	171
Runaway Stars	540

Russell	189
RV Tauri - stars	535
RW Aurigae - stars	540

S

Saalrefraction	72
Sagitta Sge	224
Sagittarius, Sgr	368
Sagittariusarm	187
Saha	203 - 204
säkular	342
säkulare Aberration	202
Salpeter - prozess	129
Saroszyklus	186
Satellit	56, 87 - 88, 347
Saturn	191 - 194
Saturnmonde	135
Saturnringe	165
Shain	227
Schalenquellenmodell	72, 566
Schaltjahr	224
Schedir	258
Scheibenpopulation	150
scheinbare Helligkeit	417
Scheitelpunkt	222
Schiaparelli	252
Schiefe der Ekliptik	521
Schiff	219
Schiff Argo	219
Schiffkompass	85
Schild	100 - 101, 182
Schildwolke	208
Schlange	141, 168
Schlangenträger	166
Schmidt	248
Schmidt - Spieael	464
Schnelläufer	279
Schulsternwarte	472
Schütze	368
Schwan	176 - 177
Schwarze Strahlung	44
Schwarze Zwerge	56
Schwarzschild	257 - 258
Schwärzung	225

Schweif	188
Schweifstrahl	229
Schwerebeschleunigung	281
Schwerkraft	368
Schwermetall - Gruppe	444
Schwertfisch	222, 223
Scorpion	285
Scorpius, Sco	285
Sculptor, Scl	285, 490
Scutum Sct	100 - 101, 182
Sechsfarbenphotometrie	338
Seeing	283
Seeliger	202
Segel des Schiffes	228 - 229
Sekundärelektronenvervielfacher	493
Selected areas	478, 496
selective Absorption	64
Selektive Extinktion	40
Selenographie	147, 227
Seleucus	227
Semeis	227,
Semeis Sternvente	272
Serpens Ser	141, 168
Seven Stars	539
Sextans, Sex	209
Sextant	209
Sextilschein	113
Seyfertgalaxien	430
Shell stars	551
Sichtlinie	170
siderisches Jahr	224
Siderostat	227
Sidhanta	223
Siebengestern	204
Sirius	229 - 230, 533
Sirrah	189, 219, 227
Skorpion	285
Sobieskischer Schild	100 - 101, 182
Sonneneruption	266
Sonnenfackel	230
Sonnenferne	73
Sonnenfinsternis	391
Sonnenfleck	79 - 82, 392
Sonnenfleck - Relativzahl	282
Sonnenjahr	224

Sonnenkorona 394 - 398
Sonnennähe 54
Sonnenparallaxe 17 - 19
Sonnenphysik 339
Sonnenspektrum 272
Sonnensystem 440 - 443
Sonnentag 584 - 585
Sonnenturm 78
Sonnenuhr 203
Sonnenwende 69 - 70
Sonnenwind 190
Sonnenzeit 198
Sothisperiode 131 - 132
Spaltspektrograph 489
späte Spektralklassen 72
Spectrcheliogram 580
Spektralanalyse 99 - 100
Spektralapparat 150
Spektralfenster 521
Spektralkatalog 484
Spektralklasse 566 - 570
Spektralklassifikation 130
Spektrallinien 26, 171
Spektralptiotometrie 368
Spektrograph 486 - 489
Spektroheliogramm 258 - 259
Spektroheligraph 207
Spektrometer 207
Spektrometrie 207
Spektroskop 206
Spektroskopie 206 - 207
Spektrum 267 - 271
Spektrumveränderliche 425
sphäre 375
Sphärische Astronomie 332
Spica 222
Spika 223
Spikulen 223
Spiralarme 26
Spiralnebel 214
Spiralsystem 440
SS Cygni - stars 536
S - Stern 529
Stark 228
Stark - Effekt 274

Steady - State - Theorie	562
Stefan - Boltzmannsches Gesetz	341
Steinbock	146
Steinmeteorit	576
stellar	533
Stellarastronomie	333
Stellarstatistik	16 - 17
Steriokomparator	491
stern	329
Stern	525 - 527
Sternassoziation	92 - 93
Sternatlas	52
Sternatmosphäre	320 - 326
Sternaufbau	101 - 109
sternbedeckung	40
Sternbild	78, 402 - 408
Sterndeutung	342
Sternentstehung	558
Sternentwicklung	114 - 127
Sternfarbe	58
Sternferne	73
Sterngrösse	53
Sternhaufen	163 - 164
Sternkarten	168 - 169
Sternkatalog	333, 485 - 486
Sternkette	285 - 286
Sternkunde	298
Sternleere	168
Sternlücke	327
Sternmodell	72, 566
Sternnähe	54
Sternnamen	43
Sternpopulationem	147 - 150
Sternschnuppe	248 - 251
Sternstrom	138
Sternstromparalaxe	22
Sternsystem	444 - 454
Sterntag	585
Sternverzeichnes	208, 333
Sternwarte	466 - 472
Sternwolke	209
Sternzahl	282
Sternzeit	198
Stier	142
Stiertreiber	79

Störung	51 - 52
Stossanregung	5
Strahlensysteme	440
Strahlung	43 - 44
Strahlungsausbruch	342
Strahlungsdruck	259 - 260
Strahlungsenergie	264
Strahlungsgesetze	365 - 366
Strahlungsgleichgewicht	127
Strahlungsgürtel	154
Strahlungsstoss	69, 342
Stratosphäre	41, 207
Streuung	113
Strömgren	208
Strommeteor	251
Strontium - Methode	265
Struve	207
Stufenschätzung	129 - 130
Stundenachse	454
Stundenkreis	173 - 174
Stundenwinkel	191
Sucher	509
Sucherfernrohr	481, 509
Süd	150
Süden	150
südliche Krone	56
südlicher Fisch	166, 223
südliches Dreieck	428
Südlicht	261
Südpol	343
Südpunkt	565
Suha	224
Supernova	225 - 227, 531, 532
Superschmidt - Spiegel	464
Synchrotronstrahlung	49
synodisch	53
Syzugien	5
Szintillation	89 - 90, 112

(T)

Tafelberg	146
Tag	584
Tagbogen	366
Tageslichtstrom	138

Tagundnachtgleiche	42, 53, 113
T - Assoziation	92
Taube	165
Taukappe	316
Taurus, Tau	142
Taurus - Strom	137
Taygeta	91
Teilchenstrahlung	45
Tektit	133
Telescopium, Tel	133
Temperatur	177 - 182
Temperaturschichtung	264
Terminator	151
Tera	38
Tethys	140
Thabet Ben Korrah	140
thermische Enerzie	264
Thermoelement	300
Tierkreis	78, 172 - 173
Tierkreislicht	261
Titan	140
Titania	140
Titus - Bode	140
Titus - Bodesche Reihe	
Tochtermolekül	146
topozentrisch	137, 501
Totalität	392
Trabant	87 - 88
Transplutro	100, 424
Trapez	27,.491
Triangulum, Tri	428
Triangulum Australe, TrA	428
Trigonalschein	92
Triqueturm	481
Triton	113
Troyaner	112 - 113
tropisch	457
Troposphäre	112
Trümpler stars	535
T Tauri - stars	535
Tubus	64
Tucana, Tuc	267
turbulent	486
Turbulenztheorie	561
Turmfernrohr	509

Two body problem	153
Tyckonischer Stern	530

U

Übergigant, Überriese	532
UBV - System	559
U Geminorium - Stars	534 - 535
Uhr	202 - 203
Ultrarot	93, 339
Ultrariese	339
Ultrastrahlung	49
Ultraviolett	339
Umbra	501
Umbriel	63
UM - Gebiete	501
Umlaufzeit	198
Undurchlassigkeit	281
Ungleichung des Mondes	17, 52
Universalinstrument	58
unregelmässige Veränderliche	427
Untergang	310
Unterriesen	93 - 84
Unterzwerg	94
Urania	5844
Uranometrie	368
Uranus	583 - 584
Uranusmonde	136
Urknall	328
Ursa	175 - 176
Ursa Major, UMa	176
Ursa Major - Haufen	160
Ursa Minor, UMi	176
Ursiden	176
UV ceti - Stars	541

V

Van - Allen - Gürtel	16
Variation	129
Vela Vel	229
Venus	198 - 200
Veränderliche	425
veränderliche Sterne	541 - 544
verbotene Linien	171
Verfärbung	133

Verfinsterung 388 - 391
Vergeösserung 133
Vertikalkreis 174
Vesta 340
Violettverschiebung 38
Virgo, Vir 283
Vissionslinie 170
visuell 79
visuelle Photometrie 338
visuelles Photometer 337
Vogel 339
Volans Vol 222
Volkssternwarte 472
Vollmond 77
Vulkantheorie 561
Vulpecula, Vul 141 - 142

W

Waage 519 - 520
Waagepunkt 565
Wagen 283
wahre Sonne 248
Wahlfisch 369
Wallebenen 40
Wandelstern 531
wandering stars 535
Wärmeinhalt 454
Wassermann 183, 203
Wasserschlange 141
Wasserstoff 581
Wasserstoff - Emissiongebiete 501
Wasserstoff - Konvektionszone 501
Wega 535, 574
weisse Zwerge 54 - 55
Wellenlänge 52
Weltall 559 - 561
Weltalter 299
Weltbild 559 - 561
Weltmodelle 566
Weltpostulat 280
Weltraum 329
Weltraunfahrt 310 - 316
Weltzeit 137
Wendekreis 172, 456
Westen 310

Westeuropäische Zeit 137
Westpunkt 565
Widder 165
Widderpunkt 565
Widmdnstätten 339
Widmanstättensche Figuren 50
Winkelgeschwindigkeit 218
Winkelmass 481, 493
Winkelmessinstrument 59 - 63
Winter 228
Wirkungsquantum 392
Woche 39
Wolf 187, 204, 582 - 583
Wolf - Rayet sters 551 - 552
W - Stern 529
W Ursae Majoris Stars 536
W Wirginis - Stars 540
WZ 198

Y

Yerkes Observatorium 473

Z

Zagut 191
Z Camelopardalis - Stars 539
Zeemann - Effekt 274
Zeichen 190
Zeit 137, 194 - 198
Zeitgleidung 490
Zeitsterne 539
Zenit 222
Zenitaldistanz 478
Zenitbrechung 72
Zenitrefraktion
Zenitteleskop 509
Zentaur 364
Zentralberg 146
Zentralstern 533
Zeta Geminorium - Stars 539
Zig 200
Zirkel 78
Zirkumpolar 536
zirkumstellar 166
zirkumstellare Materie 418

Zodiakallicht	261
Zodiakus	78
Zolostat	221
Zonenkatalog der Astronomisofie Geselschaft	484
Zonenzeit	198
Zusammensetzung	112
Zustandsdiagramm	232
Zustandsgleichung	490
Zustandsgosse	1 - 3
Zweikorperproblem	478 - 479
Zwerggalaxien	430
Zwergstern	532
Zwillinge	136
Zwichenpopulation	150

اســــــــتدراك

إستدراك

خلال إعداد الموسوعة للطبع تمت إكتشافات جديدة لكوكب يورانوس فى عام ١٩٨٥ ، وكذلك خلال رحلة سفينة الفضاء الأمريكية فويجر ـ ٢ فى يناير عام ١٩٨٦ ، نوجزها فيما يلى :

١ ـ تم إكتشاف عشرة توابع للكوكب هى :

اسم التابع	القطر (كم)	البعد عن الكوكب (كم)	الدورة (ق : س)
1985 U1	١٧٠	٨٥٩٨٠	١٧ ١٨
1986 U1	٩٠	٦٦٠٩٠	١٩ ١٢
1986 U2	٧٠	٦٤٣٥٠	٥٠ ١١
1986 U3	٧٠	٦١٧٥٠	٠٨ ١١
1986 U4	٥٠	٦٩٩٢٠	٢٤ ١٣
1986 U5	٥٠	٧٥١٠٠	٥٦ ١٤
1986 U6	٥٠	٦٢٧٠٠	٢٤ ١١
0986 U7	٣٠	٤٩٣٠٠	٥٥ ٧
1986 U8	٢٠	٥٣٣٠٠	٥٥ ٨
1986 U9	٦٠	٥٩١٠٠	٢٣ ١٠

وبذلك إزدادت توابع يورانس من خمسة إلى خمسة عشر وتوابع المجموعة الشمسية كلها من ٤٣ إلى ٥٣ .

٢ ـ يدل صغر نسبة الهليوم الى الهيدروجين البالغة فقط ١٢ ٪ فى غلاغ يورانوس وكذلك فى القطب المظلم عن القطب المواجه للشمس على أن الكوكب مايزال فى مرحلة التبريد التى تنطلق منها طاقة، ربما بفعل إنفصال الهليوم وسقوطه كأمطار على سطح الكوكب .

٣ ـ درجة الحرارة المتوسطة فى غلاف يورانوس ـ ٢١٣ درجة مئوية كما تبلغ أقل قيمة لها ـ ٢٢١ درجة مئوية فى التروبوبوز بين التروبوسفير والاستراتوسفير حيث الضغط الجوى ١٠٠ ملى بار ، على إرتفاع عدة كيلومترات من السطح السائل .

٤ ـ توجد هالة ساخنة من الهيدروجين الذرى تصل درجة حرارتها ٤٧٧ درجة مئوية

٥ ـ على الجانب النهارى يوجد وميض إليكترونى سبق أيضاً إكتشافه على كل من المشترى وزحل ومايزال مصدره غير معروف خصوصاً وأن الأشعة الشمسية البنفسجية ضعيفة عند مستوى يورانوس . وعلى الجانب المظلم للكوكب يوجد وهج قطبى .

٦ ـ تندفع الرياح على سطح الكوكب فى إتجاه دورانه بسرعة تبلغ من ١٥ إلى ٢٢٠ متر كل ثانية .

٧ ـ للكوكب مجال مغناطيسى قوى يقع داخل ماجنيتوسفيره الأقمار الثلاثة ميراندا وأمبرييل وآريل . ويميل المحور المغناطيسى للكوكب ٥٥ درجة على محور الدوران ، الأمر الذى يجعله مختلفاً عن زحل حيث يتطابق المحوران وعن كل من الأرض والمشترى وعطارد حيث يبلغ الانحراف حوالى ١٠ درجات . وتقدر شدة المجال المغناطيسى ليورانوس ٢٥ر٠ جاوس عند قمة السحب .

٨ ـ يدور يورانوس حول محوره مرة كل ٨ر١٦ ساعة أى أكثر بنحو ست ساعات عماكان معتقدا من قبل .

٩ ـ ليورانوس حلقات عشر إكتشفت آخرها عام ١٩٨٦ وسميت باسم 1986U1R ويبلغ سمكها نحو ٣ كيلومتر وتبعد عن مركز الكوكب ٥٠٠٤٠ كيلومتر أى نحو ٩٥ر١ مثل نصف قطره . ويعمل القمرين U7 ، U8 كحارسين على إستقرار ألمع الحلقات والجسيمات الصلبة فى الحلقات صغيرة ويقل قطرها عن المتر ، الأمر الذى يرجع إلى أنها مكونة من مركبات الميثان سهلة التكسير بالاصطدام المستمر بين التجمعات الصلبة داخل الحلقات .

١ ـ التابعين ميراندا وآريل غنيان بالمظاهر الجيولوجية السطحية من مرتفعات وفوالق وفوهات يبلغ أقطارها من ٥ إلى ١٠ كيلومتر وتمتد منها مسارب مغطاة برواسب حديثة التكوين . بينما أمبرييل أكثر توابع يورانوس سوادا وفقير بالظواهر الجيولوجية . وعلى تيتانيا بقايا خنادق تمتد إلى ١٥٠٠ كيلومتر وبعرض يصل إلى ٧٥ كيلومتر ، ويبلغ قطر أحد فوهات سطحه ٣٠٠ كيلومتر .

كسوف الشمس من عام ١٩٩٠ حتى عام ٢٠٠٦

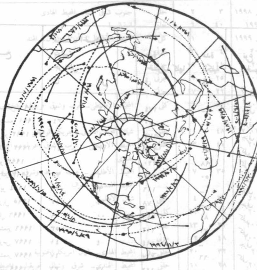
التاريخ	منتصف الكسوف بتوقيت جرينتش ق	س	نوع الكسوف	منطقة الكسوف
٢٦ يناير ١٩٩٠	٢١	١٩	كلى	
٢٢ يوليو ١٩٩٠	٥٤	٢	كلى	أوربا ـ شمال وشرق الاتحاد السوفيتى ـ المحيط الهادى
١٥ يناير ١٩٩١	٥١	٢٣	حلقى	
١١ يوليو ١٩٩١	٦	١٩	كلى	المحيط الهادى ـ أمريكا الوسطى ـ شمال أمريكا الجنوبية
٤ يناير ١٩٩٢	١١	٢٣	حلقى	شمال المحيط الهادى
٣٠ يونيو ١٩٩٢	١٩	١٢	كلى	المحيط الأطلنطى
٢٤ ديسمبر ١٩٩٢	٤٣	٠٠	جزئى	
٢١ مايو ١٩٩٣	٨		جزئى	
١٣ نوفمبر ١٩٩٣	٣٤	٢١	جزئى	
١٠ مايو ١٩٩٤	٧	١٧	حلقى	المحيط الهادى ـ أمريكا الشمالية ـ المحيط الأطلنطى ـ أقصى شمال غرب أفريقيا
٣ نوفمبر ١٩٩٤	٣٦	١٣	كلى	المحيط الهادى ـ أمريكا الجنوبية ـ المحيط الأطلنطى
٢٩ إبريل ١٩٩٥	٣٦	١٧	حلقى	المحيط الهادى ـ شمال أمريكا الجنوبية ـ المحيط الأطلنطى
٢٤ أكتوبر ١٩٩٥	٣٧	٤	كلى	جنوب شرق آسيا ـ الهند ـ إيران
١٧ يونيو ١٩٩٦	٤٩	٢٢	جزئى	
١٢ أكتوبر ١٩٩٦	١٥	١٤	جزئى	
٩ مارس ١٩٩٧	١٦	١	كلى	شمال شرق الاتحاد السوفيتى ـ المنطقة المتجمدة الشمالية
١ سبتمبر ١٩٩٧	٥٢	٢٣	جزئى	
٢٦ فبراير ١٩٩٨	٢٧	١٧	كلى	شمال الباسيفى ـ شمال أمريكا الجنوبية ـ شمال الأطلنطى

التاريخ	منتصف الكسوف بتوقيت جرينتش ق	س	نوع الكسوف	منطقة الكسوف
٢٢ أغسطس ١٩٩٨	٣	٢	حلقى	جنوب شرق آسيا- المحيط الهادى
٢٦ فبراير ١٩٩٩	٤٠	٦	حلقى	استراليـا
١١ أغسطس ١٩٩٩	٨	١١	كلى	المحيط الأطلنطى- أوربا- إيران- الهند
٥ فبراير ٢٠٠٠	٤	١٣	جزئى	
١ يوليو ٢٠٠٠	٢١	١٩	جزئى	
٣١ يوليو ٢٠٠٠	٢٥	٢	جزئى	
٢٥ ديسمبر ٢٠٠٠	٢٢	١٧	جزئى	
٢١ يوليو ٢٠٠١	٥٧	١١	كلى	المحيط الأطلنطى- غرب وشرق افريقيا- مدغشقر- المحيط الهندى
١٤ ديسمبر ٢٠٠١	٤٨	٢٠	حلقى	شمال المحيط الهادى- أمريكا الوسطى
١٠ يونيو ٢٠٠٢	٤٧	٢٣	حلقى	المحيط الأطلنطى- غرب وشرق افريقيا- المحيط الهندى
٤ ديسمبر ٢٠٠٢	٣٥	٧	كلى	المحيط الأطلنطى- غرب ووسط وشرق افريقيا- المحيط الهندى- استراليا
٣١ يوليو ٢٠٠٣	٢٠	٤	حلقى	شمال الأطلسى
٢٣ نوفبر ٢٠٠٣	٥٩	٢٢	كلى	
١٩ إبريل ٢٠٠٤	٢١	١٣	جزئى	
١٤ أكتوبر ٢٠٠٤	٤٨	٢	جزئى	
٨ إبريل ٢٠٠٥	٣٢	٢٠	حلقى-كلى	المحيط الهادى- شمال أمريكا الجنوبية
٣ أكتوبر ٢٠٠٥	٢٨	١٠	حلقى	المحيط الهندى- شرق وشمال افريقيا- المحيط الأطلنطى
٢٩ مارس ٢٠٠٦	١٦	١٠	كلى	المحيط الأطلنطى- شمال غرب وشمال افريقيا- شرق المتوسط
٢٢ سبتمبر ٢٠٠٦	٤٥	١١	حلقى	المحيط الأطلنطى

خسوف القمر من عام ١٩٩٠ حتى عام ٢٠٠٦

التاريخ	منتصف الخسوف بتوقيت جرينتش ق	س	مدة الخسوف كلها ق	مدة الكلية ق	نوع ونسبة الخسوف
٦ أغسطس ١٩٩٠	٧	١٤	١٧٤	–	جزئى ٦٨
٢١ ديسمبر ١٩٩١	٣٤	١٠	٧٠	–	جزئى ٩
١٥ يونيو ١٩٩٢	٥٧	٤	١٧٤	–	جزئى ٦٩
٩ ديسمبر ١٩٩٢	٤٣	٢٣	٢١٢	٧٤	كلى
٤ يونيو ١٩٩٣	٠٠	١٣	٢٢٠	٩٨	كلى
٢٩ نوفبر ١٩٩٣	٢٦	٦	٢٠٦	٥٠	كلى
٢٥ مايو ١٩٩٤	٢٨	٣	١١٦	–	جزئى ٢٧
١٥ إبريل ١٩٩٥	١٧	١٢	٧٨	–	جزئى ١٢
٤ إبريل ١٩٩٦	٩	٠٠	٢١٦	٨٤	كلى
٢٧ سبتمبر ١٩٩٦	٥٣	٢	٢١٢	٧٢	كلى
٢٤ مارس ١٩٩٧	٤١	٤	١٩٤	–	جزئى ٩٣
١٦ سبتمبر ١٩٩٧	٤٧	١٨	٢١٠	٦٦	كلى
٢٨ يوليو ١٩٩٩	٣٦	١١	١٤٢	–	جزئى ٤٢
٢١ يناير ٢٠٠٠	٤٤	٤	٢١٤	٨٤	كلى
١٦ يوليو ٢٠٠٠	٥٥	١٣	٢٢٤	١٠٢	كلى
٩ يناير ٢٠٠١	٢١	٢٠	٢١٠	٦٦	كلى
٥ يوليو ٢٠٠١	٥٨	١٤	١٥٤	–	جزئى ٥٢
١٦ مايو ٢٠٠٣	٣٣	٣	٢٠٨	٥٨	كلى
٩ نوفبر ٢٠٠٣	١٨	١	٢٠٠	٢٤	كلى
٤ مايو ٢٠٠٤	٣٠	٢٠	٢١٤	٨٠	كلى
٢٨ ديسمبر ٢٠٠٤	٤٠	٣	٢١٤	٨٠	كلى
١٧ أكتوبر ٢٠٠٥	٢	١٢	٦٦	–	جزئى ٨
٧ سبتمبر ٢٠٠٦	٥٣	١٨	٩٨	–	جزئى ١٩

الرقم الذى يتبع نوع الخسوف الجزئى يعبر عن النسبة فى المائة التى تدخل من قطر القمر فى ظل الخسوف . يشاهد الخسوف فى المنطقة من سطح الأرض التى يسودها ليل ويتواجد فيها القمر فوق الأفق على الأقل فى جزء من مدة الخسوف .



كسوف الشمس من عام ١٩٩٠ حتى عام ٢٠٠٦

ـــــ كسوف كلي .... كسوف حلقي - - - - - - كسوف حلقي كلي

مطابع الهيئة المصرية العامة للـكتاب

رقم الإيداع بدار الكتاب ١٨٤٥ / ١٩٩٠

ISBN ٩٧٧ - ٠١ - ٢٣٤١ - ٢



لقد أدركنا منذ البداية
أن تكوين ثقافة المجتمع
تبدأ بتأصيل عادة القراءة،
وحب المعرفة، وأن المعرفة
وسيلتها الأساسية هى
الكتاب، وأن الحق في
القراءة يماثل تماماً الحق
فى التعليم والحق فى
الصحة.. بل الحق فى
الحياة نفسها.

سوزان مبارك

مهرجان القراءة للجميع
الطفل.. الكتاب.. للأسرة
جمعية الرعاية المتكاملة
مطابع الهيئة المصرية العامة للكتاب

الثمن ٥٠٠ قرش